

Ali Veggi Atala

**Programação de Horários Usando um Algoritmo Genético
Especializado**

Ilha Solteira
2014



Ali Veggi Atala

Programação de Horários Usando um Algoritmo Genético Especializado

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha Solteira - UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica.
Especialidade: Automação.

Prof. Dr. Rubén Augusto Romero Lázaro
Orientador

Ilha Solteira
2014



FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

V422p Veggi Atala, Ali.
Programação de horários usando um algoritmo genético especializado / Ali
Veggi Atala.– Ilha solteira: [s.n], 2014
133 f.:il.

Tese(doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteiro. Área de conhecimento: Automação, 2014

Orientador: Prof.Dr. Rubén Augusto Romero Lázaro
Inclui bibliografia

1. Programação ótima de horários. 2. Meta-heurística. 3. Algoritmo
genético



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

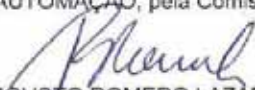
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: Programação de horários usando um algoritmo genético especializado

AUTOR: ALI VEGGI ATALA


ORIENTADOR: Prof. Dr. RUBEN AUGUSTO ROMERO LAZARO

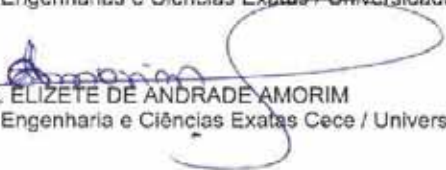
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ENGENHARIA ELÉTRICA, Área: AUTOMAÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. RUBEN AUGUSTO ROMERO LAZARO
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. JOSE ROBERTO SANCHES MANTOVANI
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. SERGIO AZEVEDO DE OLIVEIRA
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. CARLOS ROBERTO MENDONÇA DA ROCHA
Centro de Engenharias e Ciências Exatas / Universidade Estadual do Oeste do Paraná


Prof. Dra. ELIZETE DE ANDRADE AMORIM
Centro de Engenharia e Ciências Exatas Cece / Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Data da realização: 27 de fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

À minha família, meus pais Carlos e Ana, a meus filhos Ali Junior e Arnoldo, a minha esposa Noêmia pelo incentivo e compreensão pelos longos períodos de ausência e pouca convivência.

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo incentivo e compreensão pelos períodos longos de minha ausência e convívio.

A meus colegas e amigos que conheci nesse período em Ilha Solteira, pelo apoio, compreensão e companherismo.

Ao Professor Rubén Romero e sua Esposa Lucila, pela amizade e momentos de bela convivência que me proporcionaram. Obrigado Professor Rubén pela paciência que teve comigo no trabalho de orientação.

Ao amigo Fredy Franco, um jovem que tive a oportunidade de conhecer e conviver, minha admiração pela sua competência e companherismo.

Aos colegas Edgar Nascimento e Marcos Gonçalves, colegas de trabalho, amigos e companheiros, com eles compartilhei minhas dificuldades nessa caminhada.

Às colegas Marlene Rodrigues e Teresa Malheiros pela contribuição e apoio.

Aos colegas do IFMT, que de forma unânime recebi incentivo e apoio.

Ao Prof. Tony Silva, um grande incentivador deste projeto, graças a ele tive a oportunidade de conhecer a UNESP de Ilha Solteira.

Aos Professores da UNESP de Ilha Solteira, que tive a oportunidade de conhecer, conviver e construir amizades.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para que pudesse chegar até aqui. Muito obrigado!

RESUMO

O problema de programação ótima de horários consiste em programar eventos aulas em um determinado número de salas, para um determinado número de alunos, com o objetivo de satisfazer certas condições de factibilidade. O problema é representado por um modelo de programação linear inteira mista e foi resolvido pela implementação de um algoritmo genético de Chu-Beasley, que apresenta as características de evitar a homogeneização da população, permitindo encontrar melhores soluções, modificado em três pontos fundamentais: (i) na geração da população inicial; (ii) na fase de melhoria local; (iii) no incremento da diversidade. Adicionalmente, é apresentado um algoritmo construtivo na fase da geração da população inicial e na busca local, a fim de se permitir corrigir possíveis infactibilidades e melhorar a qualidade da população, tanto na fase inicial quanto na de melhoria local. O controle da diversidade e atualização da população são feitos obedecendo parâmetro que garante que o novo indivíduo tenha número de genes diferentes em relação aos demais indivíduos da população, evitando a homogeneização da mesma. O método proposto é aplicado no caso de testes da literatura especializada, e os dados do problema são os apresentados pela *International Timetabling Competition*.

Palavras-chave: Programação ótima de horários. Meta-heurística. Algoritmo genético.

ABSTRACT

The problem with optimum schedule programming consists of programming class-events for a given number of classrooms and students, with the goal of satisfying certain factibility conditions. The problem is represented by a full mixed linear programming model and has been solved by use of a genetic Chu-Beasley algorithm, that presents population homogenization avoidance features, allowing for best solutions, modified in three core points: (i) initial population generation; (ii) local improvement phase; (iii) diversity increase. Additionally, a constructive algorithm for the initial phase of initial population generation and local search is presented, this allows for correction of possible unsuitabilities and improves population quality, such in initial phase as in local improvements. Population diversity and updating control is done according to parameters that assure each new individual has a different genes number in relation to the other individuals of the population, avoiding homogenization. The proposed method is applied for test cases of specialized literature, and data for the tests are presented by International Timebling Competition.

Keywords: Optimal time schedule. Metaheuristic. Genetic algorithm.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | Exemplo de codificação binária | 34 |
| Figura 2 | Resultado da codificação binária | 35 |
| Figura 3 | Representação que relaciona os eventos com as características que requerem | 49 |
| Figura 4 | Matriz B: salas - caracteísticas para exemplo ilustrativo | 50 |
| Figura 5 | Vetor c: sala - capacidade para exemplo ilustrativo | 50 |
| Figura 6 | Matriz D: eventos - estudantes para exemplo ilustrativo | 51 |
| Figura 7 | Representação de uma proposta de solução usando os vetores nho e $nsal$ do evento para exemplo ilustrativo a) vetor $nho(.)$: eventos-horas para exemplo ilustrativo. b) vetor $nsa(.)$: evento-sala para exemplo ilustrativo. | 53 |
| Figura 8 | Matriz sala -aulas para exemplo ilustrativo | 53 |
| Figura 9 | Representação da proposta de solução. a) vetor $nho(.)$: evento-hora para exemplo 1. b) vetor $nsa(.)$: evento-sala para exemplo 1. | 56 |
| Figura 10 | Matriz sala - hora para exemplo 1 | 56 |
| Figura 11 | Exemplo 2 - Representação de uma proposta de solução com cálculo das restrições e função objetivo. a) vetor $nho(.)$: eventos-horas para exemplo 2. b) vetor $nsa(.)$: eventos-sala para exemplo 2. | 57 |
| Figura 12 | Proposta de solução alternativa do exemplo 2 | 57 |
| Figura 13 | Exemplo 3 - Representação de uma proposta de solução com cálculo das restrições e função objetivo. a) vetor $nho(.)$: eventos-horas para exemplo 3. b) vetor $nsa(.)$: eventos-sala para exemplo 2. | 58 |
| Figura 14 | Proposta de solução alternativa do exemplo 3 | 58 |
| Figura 15 | Representação da matriz eventos-salas | 60 |
| Figura 16 | Representação da matriz estudantes comuns | 61 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Figura 17 | Representação do horário dos estudantes | 62 |
| Figura 18 | Representação do horário dos estudantes modificado a) Matriz DR: estudantes/hora da grade para o exemplo 2. b) vetor auxiliar ndr: número de eventos de cada estudante. | 63 |
| Figura 19 | Representação de uma proposta de solução usando dados da instância II. a) vetor <i>nho(.)</i> : eventos-horas para exemplo ilustrativo. b) vetor <i>nsa(.)</i> : eventos-sala para exemplo ilustrativo. | 64 |
| Figura 20 | Exemplo de recombinação. | 67 |
| Figura 21 | Resultado do exemplo de recombinação. | 68 |
| Figura 22 | Exemplo de candidato na fase de busca local | 69 |
| Figura 23 | Troca de eventos na mesma sala na fase de busca local | 69 |
| Figura 24 | Deslocamento de um evento na fase de busca local | 69 |
| Figura 25 | Figura da Instância N 01 do ITC. | 84 |
| Figura 26 | Figura da Instância N 02 do ITC. | 94 |
| Figura 27 | Figura da Instância N 03 do ITC. | 104 |
| Figura 28 | Figura da Instância N 04 do ITC. | 114 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Dados de entradas para exemplo ilustrativo | 51 |
| Tabela 2 | Dados de entradas para exemplo ilustrativo | 65 |
| Tabela 3 | Dados dos Sistemas Testados - Instâncias. | 71 |
| Tabela 4 | Melhores resultados encontrados. | 72 |
| Tabela 5 | Resultados de testes para a instância I. | 73 |
| Tabela 6 | Uma Solução factível da instância II com $v=33$ | 75 |
| Tabela 7 | Horário primeiro dia. Ilustra as restrições desejáveis. | 76 |

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| AG | Algoritmo Genético |
| AGB | Algoritmo Genético Básico |
| AGCB | Algoritmo Genético de Chu Beasley |
| AHC | Algoritmo Heurístico Construtivo |
| GRASP | <i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedure</i> |
| ITC | <i>International Timetabling Competition</i> |
| LaPSEE | Laboratório de Planejamento de Sistemas Elétricos de Energia |
| LRC | Lista Restrita de Candidatas |
| SA | <i>Simulated Annealing</i> |
| SDH | <i>Steepest Descent Heuristic</i> |
| TS | <i>Tabu Search</i> |
| UNESP | Universidade Estadual Paulista |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------|---|
| a | Constante |
| $A(i, j)$ | Matriz A, determina se o evento i precisa de um ambiente que atenda com a característica j |
| $\alpha_{a,d}$ | Variável binária que determina se o aluno a tem mais de dois eventos programados no dia d |
| α_v | Parâmetro da formulação da função objetivo v |
| b | Constante |
| $B(i, j)$ | Matriz B, determina se sala i possui a característica j |
| β_v | Parâmetro da formulação da função objetivo v |
| β | Parâmetro que controla a diminuição da temperatura do algoritmo SA |
| $c_{a,d,k}$ | Variável que indica se o aluno a tem mais de dois eventos programados consecutivamente, no dia d e na k -ésima combinação |
| $c(k)$ | Vetor que indica a capacidade da sala k |
| $DM(i, k)$ | Matriz auxiliar, determina o número de alunos que tem os eventos i e j programados no mesmo horário |
| $D(i, j)$ | Matriz D relaciona eventos i e estudantes j |
| $EA_{e,a}$ | Parâmetro que indica se o aluno a assiste o evento e |
| $ES_{e,s}$ | Parâmetro que indica se a sala s tem a capacidade e as características requeridas pelo evento e |
| f | Função adaptação |
| $f_{a,d}$ | Variável que indica se o aluno a tem programado um evento ao final do dia d |
| f' | Função adaptação transformada |
| f_p | Função objetivo |
| $f_{(pc)}$ | Função objetivo da solução corrente |
| $f_{(pv)}$ | Função objetivo da solução vizinha |
| $HA_{a,t}$ | Variável que indica o número de eventos que o aluno a tem programados na hora t |
| k | Constante |
| k_{div} | Número mínimo de genes diferentes |
| kn | Parâmetro que define o tamanho da população que não satisfaz o critério de substituição |

| | |
|--------------|---|
| k_{rgidas} | Parâmetro usado na penalização das restrições rígidas violadas |
| $N_{(p)}$ | Conjunto de todas as soluções |
| N_{di} | Número de descendentes da configuração i |
| Nd | Número de descendentes |
| NRO | Número de restrições obrigatórias |
| NRD | Número de restrições desejáveis |
| N_0 | Transição do nível inicial do algoritmo SA |
| N_k | Transição do nível k do algoritmo SA |
| n | Tamanho da população do AG |
| n_{fit} | Parâmetro que define o critério de substituição do vetor fitness |
| n | Número de configurações que participam da seleção |
| $neve$ | Número de eventos |
| n_{ger} | Número de gerações do algoritmo genético |
| n_{tor} | Número de indivíduos que disputam o torneio no processo de seleção |
| n_{pop} | Número de indivíduos da população |
| n_{local} | Número de iterações do algoritmo de busca local |
| $n_{a,d}$ | Variável auxiliar na identificação de um evento único para o aluno a no dia d |
| n_{aux} | Parâmetro auxiliar que define a população que não satisfaz o critério de substituição |
| n_{unf} | Parâmetro que define o critério de substituição do vetor unfitness |
| $nho(.)$ | Vetor que indica hora |
| $nsa(.)$ | Vetor que indica sala |
| n_{pc} | Tamanho da população corrente |
| p | Solução do algoritmo |
| p_c | Solução corrente do algoritmo SA |
| p_0 | Solução inicial |
| P_v | Solução vizinha do algoritmo SA |
| RD_1 | Restrição desejável do tipo 1 |
| RD_2 | Restrição desejável do tipo 2 |
| RD_3 | Restrição desejável do tipo 3 |
| RO_1 | Restrição obrigatória do tipo 1 |
| RO_2 | Restrição obrigatória do tipo 2 |

| | |
|-------------|---|
| RO_3 | Restrição obrigatória do tipo 3 |
| ρ | Número de tentativa de cada nível do algoritmo SA |
| ρ_m | Taxa de mutação do AG |
| ρ_c | Taxa de recombinação do AG |
| T_f | Temperatura final do algoritmo SA |
| T_0 | Temperatura inicial do algoritmo SA |
| $u_{a,d}$ | Variável que indica se o aluno a tem um único evento programado no dia d |
| v | Função objetivo da formulação |
| $x_{e,s,t}$ | Variável binária de decisão que indica se o evento e é programado na sala s e na hora t |
| $Z_i(x)$ | Valor da função adaptação |
| $Z_m(x)$ | Valor médio das funções adaptação das n configurações da população |
| ω_A | Conjunto de alunos |
| ω_E | Conjunto de eventos |
| ω_S | Conjunto de salas |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 16 |
| 1.1 | <i>O Problema de Programação de Grade Horária</i> | 16 |
| 1.2 | <i>International Timetabling Competition</i> | 18 |
| 1.3 | <i>Apresentação do Problema de Programação de Grade Horária</i> | 19 |
| 1.4 | <i>Avaliação da Solução</i> | 20 |
| 1.5 | <i>Diferentes Formulações do Problema</i> | 20 |
| 1.6 | <i>Classificação do Problema</i> | 21 |
| 1.7 | <i>Modelo Matemático</i> | 22 |
| 2 | Introdução à Meta-heurística | 26 |
| 2.1 | <i>Estado da Arte</i> | 26 |
| 2.2 | <i>Algoritmo Heurísticos</i> | 27 |
| 2.2.1 | Algoritmo Heurístico Construtivo | 27 |
| 2.2.2 | Algoritmo Heurístico de Busca através de Vizinhança | 27 |
| 2.3 | <i>Meta-heurística</i> | 28 |
| 2.3.1 | Simulated Annealing | 28 |
| 2.3.2 | Tabu Search | 30 |
| 2.3.3 | A Meta-heurística GRASP | 31 |
| 2.3.4 | Algoritmo Genético | 32 |
| 3 | Algoritmo Genético Chu-Beasley | 34 |
| 3.1 | Algoritmo Genético Básico | 34 |
| 3.1.1 | A Função Objetivo e a Infactibilidade | 35 |
| 3.1.2 | Operador de Seleção | 35 |
| 3.1.3 | Recombinação | 38 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.1.4 | Recombinação de um Simples Ponto | 39 |
| 3.1.5 | Mutação | 39 |
| 3.1.6 | Parâmetros de Controle do Algoritmo Genético | 40 |
| 3.1.7 | Critério de Parada | 40 |
| 3.1.8 | Geração da população inicial | 40 |
| 3.2 | <i>Algoritmo Genético Tradicional</i> | 41 |
| 3.3 | <i>Algoritmo Genético Chu-Beasley</i> | 43 |
| 3.4 | <i>Meta-heurística Proposta</i> | 45 |
| 3.4.1 | Teste de Substituição | 46 |
| 4 | O Algoritmo Genético Especializado para o Problema de Grade Horária | 48 |
| 4.1 | <i>Algoritmo Genético de Chu-Beasley aplicado ao Problema de Programação Ótima de Horários</i> | 48 |
| 4.2 | <i>Dados do Problema</i> | 49 |
| 4.3 | <i>Restrições do Problema de Programação de Horários</i> | 52 |
| 4.4 | <i>Codificação de uma Proposta de Solução</i> | 52 |
| 4.5 | <i>Formulação da Função Objetivo</i> | 54 |
| 4.6 | <i>Determinação da Função Objetivo</i> | 54 |
| 4.7 | <i>Escolha de Matrizes Auxiliares</i> | 59 |
| 4.7.1 | Matriz eventos-salas | 59 |
| 4.7.2 | Matriz de estudantes comuns | 60 |
| 4.7.3 | Matriz de horário dos estudantes | 61 |
| 4.7.4 | Matriz de horário dos estudantes modificada | 62 |
| 4.8 | <i>Detalhes da Implementação do Algoritmo</i> | 63 |
| 4.8.1 | Representação de uma proposta de solução. | 63 |
| 4.8.2 | Representação de solução de um caso real | 64 |
| 4.8.3 | Geração da população inicial. | 66 |
| 4.8.4 | Processo de seleção. | 67 |
| 4.8.5 | Processo de recombinação | 67 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.8.6 | Fase de melhoria local. | 68 |
| 4.8.7 | Atualização da população. | 69 |
| 4.8.8 | Critério de parada. | 70 |
| 5 | TESTES E RESULTADOS | 71 |
| 5.1 | <i>Conclusões Parciais</i> | 78 |
| 6 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS | 80 |
| | REFERÊNCIAS | 82 |
| | APÊNDICE A - QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC | 84 |
| | APÊNDICE B - QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC | 94 |
| | APÊNDICE C - QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC | 104 |
| | APÊNDICE D - QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC | 114 |
| | APÊNDICE E - TRABALHO PUBLICADO | 131 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 *O Problema de Programação de Grade Horária*

O planejamento das estruturas educativas exige, uma programação de horários que, de certa forma, atenda aos interesses dos alunos usuários, à disponibilidade do corpo docente, bem como bom aproveitamento da estrutura física disponível, como salas de aulas, equipamentos de laboratórios, recursos didáticos, dentre outros, buscando otimizar os recursos materiais e humanos disponíveis.

Na programação de horários, as instituições educativas devem disponibilizar salas ou espaços físicos dotados de infraestrutura diferenciada para as diversas atividades acadêmicas, docentes especializados para cada evento ou atividade acadêmica, buscando ao máximo atender às disponibilidades individuais dos mesmos, suprir a demanda de matrícula dos alunos nos respectivos eventos de forma que todos participem plenamente das atividades programadas. No entanto, a programação de horários deve finalizar sem apresentar conflitos como neste exemplo: um aluno assistir a mais de um evento no mesmo horário ou programar dois ou mais eventos no mesmo horário na mesma sala.

A programação de horários é um problema matemático de otimização de grande complexidade e de difícil solução. Dessa forma, devem-se adotar soluções que requerem muito esforço computacional e modelagem matemática adequada. A literatura apresenta técnicas para a resolução de problema, como a programação linear inteira postulada por Santos (2007), com êxito em formulações compactas com interações de menor dimensão em relação aos problemas reais que são bem mais complexos; a programação linear inteira mista que, recentemente tem despertado interesse de alguns estudiosos na resolução de problemas de programação de horários Santos (2007), e o métodos heurístico, que é o objeto de estudo.

Para Burke e Protovic (2002), no processo de otimização do problema de programação de horário devem-se levar em conta alguns aspectos considerados relevantes no planejamento da técnica de otimização, ou seja, deve-se considerar os recursos disponíveis para realização dos eventos, tais como equipamentos, laboratórios, etc; o tempo programado, sendo que cada tempo e recurso devem ser programados em um determinado período de tempo; as restrições de tempo das sessões, (algumas sessões não podem ser realizadas de forma sequencial); as dispersões das sessões devem ser consideradas, (um aluno não pode fazer dois exames no mesmo dia); as reuniões devem ser organizadas de forma coerente, levando-se em conta as particularidades dos usuários; a capacidade das salas; o horário deve ser elaborado de forma contínua de tal forma

que as sessões devem ser realizadas sempre na mesma sala e na mesma hora programada. Estes aspectos constituem o conjunto de restrições que devem ser trabalhadas na programação do algoritmo escolhido no processo de otimização do problema de programação de horários.

Com relação à programação de horários, a literatura apresenta restrições obrigatórias e brandas Schaerf (1999). Com as restrições obrigatórias não podem ser quebradas, elas devem ser cumpridas a qualquer custo pois, caso contrário o trabalho perde totalmente a validade. Por exemplo: (i) as salas disponíveis devem ser adequadas para cada tipo de evento ou atividade acadêmica seja no tamanho, seja nos equipamentos de laboratório, computadores, multimídias, etc; (ii) a grade horária não pode apresentar choques, isto é, um aluno não pode assistir a dois ou mais eventos ao mesmo tempo; (iii) as salas alocadas não podem ter agendados dois ou mais eventos no mesmo horário.

As restrições brandas ou desejáveis de serem cumpridas melhoram as condições dos estudantes, porque possibilitam uma melhor comodidade. Por exemplo: (i) os eventos deverão ser programados, preferencialmente, de forma sequencial; (ii) os alunos não devem ter somente um evento ao dia; (iii) os alunos não devem assistir ao último evento no dia. No entanto, essas restrições podem ser violadas e, de certa forma, não tornam o problema infactível. Todavia deve-se buscar ao máximo eliminá-las, pois, apesar de toleráveis, essas restrições comprometem a qualidade do trabalho. Assim, deve-se usar uma modelagem matemática que penalize e minimize a evidência dessas restrições.

Para o problema de programação de horários verifica-se, na prática que, quanto mais cresce a demanda acadêmica, a programação vai se tornando cada vez mais complexa e impossível de se resolver por métodos simples. Por isso, para tal finalidade, devem-se usar meios computacionais e métodos para resolução do problema. Alguns métodos são destaques na literatura, tais como o método sequencial proposto por Carter (2001) e Werra (1985); método de *cluster*, baseado em restrições proposto por White e Chan (1979), Fisher e Shieir (1983) e os métodos heurísticos propostos por Burke e Ross (1996). Neste trabalho, para resolução do problemas, tomar-se-ão como base os métodos heurísticos e meta-heurísticos. Como se trata de um problema de grande complexidade, muitos pesquisadores têm se dedicado a dar uma solução ao problema de distribuição de grade horária conforme se verifica na literatura mundial. Neste campo, destaca-se a criação do *International Timetabling Competition* (ITC).

O ITC que tem como principal objetivo atrair pesquisadores a participarem do concurso de alocação de horários, ainda que os problemas propostos na competição não sejam problemas da vida real, mas se assemelham no grau de complexidade. Os pesquisadores participantes se submetem às regras estabelecidas pela organização e apresentam, nos prazos estipulados, um algoritmo que deve ser processado em um único processador e em qualquer linguagem computacional. como os participantes buscam resultados de melhor qualidade e menor tempo, uma distribuição de grade horária de boa qualidade deve se processar em tempo computacional

relativamente curto.

Um problema de programação de horário apresenta alto grau de complexidade. Consequentemente, apresenta um modelo matemático complexo com característica de explosão de combinações cuja solução global raramente é encontrada usando métodos clássicos de otimização. Assim as técnicas heurísticas têm demonstrado serem mais apropriados para esses casos. As técnicas heurísticas de otimização podem ser aplicadas nos casos em que não existam métodos exatos para solução do problema; em casos em que a solução ótima não seja interessante ou existam muitas soluções ótimas localizadas próximas em qualidade da solução global; também na existência de tempo para processar a solução ou memória para armazenamento dos dados; na existência de incerteza em relação aos dados usados; ainda quando se pretende encontrar uma boa solução inicial para ser usada em um processo mais complexo de técnica de otimização.

Neste trabalho, será apresentada uma proposta de solução para o problema de programação de horários através de um algoritmo genético especializado com a ressalva de que os dados do problema não foram extraídos de um caso real, mas de dados propostos por *Metaheuristics Network*, postados na página ITC (2003). Dessa forma, será permitido fazer uma avaliação da qualidade da solução do problema, bem como do tempo de processamento, que são os parâmetros estabelecidos no concurso.

1.2 *International Timetabling Competition*

O *International Timetabling Competition*, vinculado a *Metaheuristics Network*, ITC (2003), uma organização internacional, cujo projeto é voltado para melhoria do potencial humano do programa da comunidade europeia, teve início em 2000. O projeto da rede meta-heurística tem como objetivos científicos propor melhoramento da compreensão dos trabalhos relacionados à meta-heurística tanto no campo teórico quanto no experimental e busca definir o desempenho das meta-heurísticas e o uso de metodologias estritamente controladas, visando à comparação justa e significativa dos resultados. A rede organiza o concurso internacional de horários a cada dois anos em paralelo com a realização de uma grande conferência sobre meta-heurísticas.

De modo geral, a rede busca aumentar a compreensão de problemas relacionados à meta-heurísticas, propondo novas formas de estruturar os seus componentes, avaliando a contribuição e buscando o desenvolvimento de novas meta-heurísticas.

No campo da engenharia, a rede tem como objetivo definir diretrizes que possam ser usadas para escolher qual meta-heurística ou componente da meta-heurística será usado na resolução de problemas. Deve também testar e validar ideias desenvolvidas em problemas ligados à atividade industrial.

A rede de meta-heurística estabelece como meta que pesquisadores dessa área tenham do-

mínio das teorias da meta-heurística, bem como dos problemas de otimização, motivando-os para que desenvolvam projetos, experimentos e habilidades de gerenciamento, oportunizando que o pesquisador faça parte de atividades coordenadas por uma equipe internacional com pleno domínio do tema.

A metodologia das pesquisas que, na sua maioria, é de caráter experimental, tem sua fundamentação em duas linhas: a busca da solução do problema e a meta-heurística. As meta-heurísticas propostas são as mais usuais e relacionadas com a prática, e os problemas representam os desafios da aplicação industrial.

Os principais algoritmos apresentados são os de roteamento de veículos, problemas industriais e de horários. As meta-heurísticas utilizadas para resolução dos problemas propostos são: colônia de formigas, busca tabu, *simulated annealing*, os evolutivos, dentre outros.

Os problemas relacionados aos horários universitários foram editados por Ben Paechter, de acordo com *Metaheuristics Network*, ITC (2003), e envolvem atribuição de períodos de tempo para um número de aulas ou eventos, com o objetivo de produzir horários viáveis de boa qualidade. Considera-se horário viável aquele cujos eventos são programados e estes têm todos os recursos necessários no período de tempo em que foi alocado. Já os recursos são salas de aulas adequadas, contendo equipamentos, professores, grupos de estudantes participando do mesmo horário.

1.3 Apresentação do Problema de Programação de Grade Horária

International Timetabling Competition apresenta o problema da seguinte maneira: considere eventos, estudantes e salas. Os estudantes participam dos eventos e, os eventos acontecem nas salas de aulas, as quais devem ter uma série de recursos, tais como: computadores, aparelhos multimídias etc., as salas de aulas equivalente a um número limitado de estudantes. O horário semanal a ser criado detem 45 períodos, divididos em 5 dias da semana, sendo que cada dia possui 9 períodos de tempo.

A programação do horário deve atender às seguintes restrições:

1. restrições obrigatórias, que não podem ser violadas e devem ser atendidas a todo custo, sob pena de tornar o horário inviável;
2. restrições desejáveis de serem cumpridas ou brandas, que devem ser minimizadas ao máximo, a fim de melhorar a qualidade do horário.

1. Restrições obrigatórias:

- nenhum estudante deve frequentar mais de um evento ao mesmo tempo;
- as salas devem ter a capacidade suficiente para comportar todos os alunos do evento e devem satisfazer todas as características exigidas pelo evento;
- cada sala poderá ter somente um evento por período.

2. Restrições desejáveis

- um aluno não deve ter aula no último período;
- um aluno não pode ter mais de duas aulas consecutivas da mesma disciplina;
- um aluno não pode ter uma única aula no dia.

1.4 Avaliação da Solução

A solução apresentada no concurso deve ser viável, isto é, não deve violar nenhuma restrição obrigatória. Assim,

- o programa deve permitir a contagem das respectivas restrições brandas violadas;
- o problema apresenta diferentes graus de dificuldades;
- o programa deve ser capaz de encontrar uma solução viável no tempo determinado, e deve ser processado em um único processador;
- o programa vencedor deve estar preparado para que o resultado se repita no tempo determinado;
- será vencedor é aquele que atingir melhores resultados em todas as instâncias.

1.5 Diferentes Formulações do Problema

Levando-se em consideração o número de variáveis, o problema de horários se classifica em três tipos, segundo Schaerf (1999), podendo, em cada caso, de acordo com as peculiaridades, haver desvios da classificação. Os problemas são basicamente os seguintes: problema de horários escolares, problema de programação de horários de cursos universitários, problema de programação de exames universitários.

1. Problema de Horários Escolares

Refere-se à programação semanal das aulas de um estabelecimento escolar. Ao programar o horário, procura-se evitar que o professor esteja presente em duas aulas ao mesmo

tempo e vice-versa. Essa modalidade conhecida no Brasil como horário do ensino fundamental, o horário professor *versus* turma. Como neste caso o professor deve lecionar um número de aulas para cada turma num período determinado, ele tem envolvimento integral em todo o período.

O pioneirismo nesse trabalho se deve a Santos (2007), o qual inova ao incluir, nessa formulação de horários, restrição forte denominada compacidade, a qual estabelece o limite máximo diário de aulas para professor, atendendo assim a requisitos pedagógicos de duração das aulas.

2. Problema de Programação de Horários de Cursos Universitários

Consiste na programação semanal de todas as aulas de um conjunto de cursos universitários, a fim de minimizar a sobreposição das aulas para alunos comuns, determinando hora e o local onde acontecerão as aulas. Nesse caso, deve-se considerar a restrição de recursos, como número restrito de salas com capacidade restrita, bem como a existência de equipamentos necessários à realização das aulas, ou ainda a preferência por determinadas salas ou horários. Essas questões devem ser tratadas pelas restrições brandas, cujo conceito de turma é menos relevante em relação à programação de horários escolares.

3. Problema de Programação de Exames Universitários

A programação de exames consiste em fazer um agendamento de exames de um conjunto de cursos universitários, visando evitar sobreposição dos exames dos estudantes comuns, a fim de ampliar o máximo possível os dias em que os alunos realizam os exames. Nesse caso, como o agendamento de horários não se restringe a uma semana, pode se estender por um período maior de dias; a programação deve evitar conflitos como o do tipo de nenhum aluno poder ter mais de um exame num mesmo período; deve-se evitar ainda ter mais de um exame por dia e ter exames consecutivos no mesmo dia.

1.6 Classificação do Problema

Os problemas classificados como do tipo P são caracterizados por exigir para, sua resolução uma complexidade matemática moderada. Dessa forma, podem ser resolvidos por técnicas lineares exatas, como o método simplex, o algoritmo *branch and bound* ou a decomposição matemática de Benders. Embora nesses casos essas técnicas sejam eficientes, existem problemas que não se resolvem por esses meios. Sendo assim, a literatura os classifica como NP-Difícil, segundo Cooper e Kingston (2001). Somados essa classificação, destacam-se os problemas do tipo NP-Completo, os quais por sua vez, não podem ser resolvidos por nenhuma técnica exata com tempo de processamento polinomial, mesmo com um espaço de solução relativamente reduzido. Podem também ser resolvidos por métodos envolvendo algoritmos meta-heurísticos,

cujas soluções são de alta qualidade. Dentre esses métodos, destacam-se o Busca Tabu, Colônia de Formigas, Genéticos, *Simuled Anneling*, GRASP, entre outros. Apesar de esses métodos apresentarem respostas com soluções de alta qualidade, sempre deixam dúvidas se o resultado obtido atinge o ótimo global.

Nos problemas de programação de horários classificados como NP-Copleto, estes devem ser planejado atendendo às restrições impostas, a fim de atingir resultados de soluções de boa qualidade e baixo tempo computacional. Porém, conseguir esse propósito só é possível se for construído um algoritmo muito bem codificado e com técnicas apropriadas e complexas. Vale ressaltar que os métodos meta-heurísticos tem atingido um bom desempenho para este tipo de problema.

1.7 Modelo Matemático

Na modelagem matemática do problema de programação de horários, deve-se levar em consideração o seguinte aspecto: definição das restrições obrigatórias ou fortes, aquelas que não podem ser violadas, isto é, não podem conter infactibilidade, sob pena de tornar todo o trabalho inutilizado. Portanto, essas restrições devem ser satisfeitas a qualquer custo, caso contrário não será possível programar um quadro de horários; definição das restrições desejáveis de serem cumpridas, são aquelas que tornam o horário de melhor qualidade; essas restrições devem, sempre que possível, ser minimizadas; identificação das condições organizacionais ou de infraestrutura física disponível para a programação dos eventos, tais como: capacidade da sala, laboratórios, multimeios etc.; relação dos critérios pedagógicos, tais como: duração das aulas, distribuição semanal, intervalo para descanso etc; relação das demandas de natureza pessoal, como preferências de horários, deslocamentos, dentre outros. Após a identificação de todas as variáveis do problema e obtenção de um profundo conhecimento da importância dos diferentes objetivos, procede-se a construção um modelo matemático para o problema.

Considera-se horário factível aquele em que todos os eventos têm sido programados numa hora e numa sala de maneira que as restrições obrigatórias ou rígidas sejam satisfeitas e as restrições brandas ou desejáveis sejam reduzidas ou minimizadas.

A modelagem matemática apresentada abaixo foi desenvolvida para o tipo de problema apresentado pela *International Timetabling Competition*. Essa modelagem original foi desenvolvida pelo autor em conjunto com o grupo de pesquisa do Laboratório de Planejamento de Sistemas Elétricos de Energia (LaPSEE) do Departamento de Engenharia Elétrica da UNESP, Campus de Ilha Solteira.

$$(min) \sum_{a \in \Omega_A} \sum_{d=1}^5 \left(f_{a,d} + \left(\sum_{k=1}^7 c_{a,d,k} + u_{a,d} \right) \right) \quad (1)$$

s.a.

$$\sum_{s \in \Omega_S} \sum_{t \in \Omega_T} x_{e,s,t} = 1 \quad \forall e \in \Omega_E \quad (2)$$

$$\sum_{e \in \Omega_E} x_{e,s,t} \leq 1 \quad \forall s \in \Omega_S, t = 1, \dots, 45 \quad (3)$$

$$ES_{e,s} - x_{e,s,t} \geq 0 \quad \forall e \in \Omega_E, s \in \Omega_S, t = 1, \dots, 45 \quad (4)$$

$$HA_{a,t} = \sum_{e \in \Omega_E} EA_{e,a} \sum_{s \in \Omega_S} x_{e,s,t} \quad \forall a \in \Omega_A, t = 1, \dots, 45 \quad (5)$$

$$HA_{a,t} \leq 1 \quad \forall a \in \Omega_A, t = 1, \dots, 45 \quad (6)$$

$$\sum_{t=9d+k-9}^{9d+k-7} HA_{a,t} \leq 2 + c_{a,d,k} \quad \forall a \in \Omega_A, d = 1, \dots, 5; k = 1, \dots, 7 \quad (7)$$

$$f_{a,d} = HA_{a,9d} \quad \forall a \in \Omega_A, d = 1, \dots, 5 \quad (8)$$

$$\sum_{t=9d-8}^{9d} HA_{a,t} = u_{a,d} + n_{a,d} \quad \forall a \in \Omega_A, d = 1, \dots, 5 \quad (9)$$

$$\sum_{t=9d-8}^{9d} HA_{a,t} \geq 2\alpha_{a,d} \quad \forall a \in \Omega_A, d = 1, \dots, 5 \quad (10)$$

$$2\alpha_{a,d} \leq n_{a,d} \leq 9\alpha_{a,d} \quad \forall a \in \Omega_A, d = 1, \dots, 5 \quad (11)$$

$$\alpha_{a,d} \in \{0, 1\} \quad \forall a \in \Omega_A, d = 1, \dots, 5 \quad (12)$$

$$x_{e,s,t} \in \{0, 1\} \quad \forall e \in \Omega_E, s \in \Omega_S, t = 1, \dots, 45 \quad (13)$$

$$u_{a,d} \geq 0 \quad \forall a \in \omega_A, d = 1, \dots, 5 \quad (14)$$

- Nessa modelagem, problema é definido como a minimização das restrições brandas, satisfazendo as condições de factibilidade. Dessa forma, no modelo é minimizada a soma das variáveis $f_{a,d}$, $c_{a,d,k}$, e $u_{a,d}$, já que ela representa as restrições brandas, tal como mostrado em (1);
- as variáveis que definem a programação dos eventos têm três subíndices: o primeiro para identificar o evento, outro corresponde à sala e o terceiro relacionado com o bloco de tempo ($x_{e,s,t}$);
- $x_{e,s,t} = 1$ se o evento e é programado na sala s e no tempo t e $x_{e,s,t} = 0$ em caso contrário;
- tendo em vista que um evento deve ser programado somente uma vez, então a soma das variáveis associadas a esse evento deve ser igual a um; para cada evento, existe uma restrição desse tipo (2);
- em uma sala, para um bloco de tempo, não é possível programar mais de um evento. Consequentemente, a soma das variáveis que têm o mesmo índice de sala e bloco de

tempo deve ser menor ou igual a um. Vale destacar que existe uma restrição desse tipo(3) para todas as combinações de salas e blocos de tempo;

- para garantir que a sala atribuída a um evento cumpra com a capacidade e as características requeridas, é usado o parâmetro $ES_{e,s}$. Se a variável $x_{e,s,t}$ tem um valor de 1, então deve-se cumprir que a sala s está habilitada para o evento e , portanto, o elemento $ES_{e,s}$ deve ser igual a 1; essa condição é representada em (4). Existe uma restrição desse tipo para todas as variáveis de decisão;
- a variável $HA_{a,t}$, calculada usando (5), representa o estado do horário do aluno a no bloco de tempo t ; para calcular o horário dos alunos é usado o parâmetro $EA_{e,a}$, que indica se o aluno a assiste ao evento e . Com a variável $HA_{a,t}$ evita-se o cruzamento no horário dos estudantes por meio de (6), já que estabelece que o número de eventos a que um aluno assiste, numa determinada hora, não pode ser maior que 1. Para cada aluno e cada bloco de tempo existe uma restrição desse tipo;
- a restrição (7) é utilizada para determinar se para o aluno a no dia d , existem mais de dois eventos programados de forma consecutiva, nesse caso a variável $c_{a,d,k}$ toma o valor de 1. Essa restrição avalia três horas consecutivas e verifica se o aluno assiste a mais de dois eventos, sendo que, para cada dia, são testadas 7 combinações representadas usando o índice k ;
- a variável $f_{a,d}$ indica se o aluno a tem programado um evento na última hora do dia d , como é determinado em (8);
- a variável $u_{a,d}$ é usada para representar o caso em que o aluno a tem um único evento no dia d . Essa variável é calculada usando (9)-(12), sendo que a variável contínua $n_{a,d}$ está ativa (variando desde 2 até 9) quando a soma de eventos no dia para o aluno é maior que 2 (determinado por meio da variável binária $\alpha_{a,d}$);
- finalmente, (13) a condição binária da variável $x_{e,s,t}$ e (14) representa a condição de não negatividade da variável $u_{a,d}$.

A denominação das grandezas usadas na modelagem matemática são as seguintes:

- $\alpha_{a,d}$ é a variável binária que determina se o aluno a tem mais de dois eventos programados no dia d ;
- Ω_A o conjunto de alunos;
- Ω_E o conjunto de eventos;

- Ω_S o conjunto de salas;
- $c_{a,d,k}$ a variável que indica se o aluno a tem mais de dois eventos programados consecutivamente, no dia d e na k -ésima combinação;
- $EA_{e,a}$ o parâmetro que indica se o aluno a assiste ao evento e ;
- $ES_{e,s}$ o parâmetro que indica se a sala s tem a capacidade e as características requeridas pelo evento e ;
- $f_{a,d}$ a variável que indica se o aluno a tem programado um evento ao final do dia d ;
- $HA_{a,t}$ é a variável que indica o número de eventos que o aluno a tem programados na hora t ;
- $u_{a,d}$ a variável que indica se o aluno a tem um único evento programado no dia d ;
- $x_{e,s,t}$ a variável binária de decisão que indica se o evento e é programado na sala s e na hora t .

Assim, o modelo matemático mostrado em (1)-(14) é um modelo de programação linear inteira mista que representa o problema da programação ótima de horários. A vantagem dessa representação é que as condições do problema aparecem definidas de forma explícita por meio de equações e restrições, sendo que o modelo poderia ser resolvido usando técnicas de otimização clássica, como o algoritmo *branch and bound*. Porém, o número de variáveis de decisão aumenta consideravelmente com o tamanho do problema, tornando proibitiva a aplicação de técnicas exatas. Em consequência, a utilização de técnicas de otimização combinatória como os algoritmos genéticos é ideal na solução do problema de programação de horários.

2 INTRODUÇÃO À META-HEURÍSTICA

2.1 *Estado da Arte*

A literatura apresenta inúmeros trabalhos que se utilizam de métodos heurísticos e metaheurísticos para resolução de problemas relacionados com agendamento de horários. Burke e Protovic (2002) citam quatro métodos para a resolução de problemas de programação de horários: o método sequencial, de *cluster*, baseado em restrições, e os métodos heurísticos e meta-heurísticos.

O método sequencial consiste nos agendamentos dos eventos de forma sequencial. Na medida do possível, cada evento a ser programado não deve conflitar com outro evento. É comum o método sequencial ser representado por grafos coloridos, em que cada evento é representado pelo vértice e os conflitos pelas arestas. Neste método, a literatura destaca o trabalho de Werra (1985), Brelaz (1979), Ou, Burke e McCollum (2009) e Burke et al. (2007).

Na técnica de *cluster*, os eventos são divididos em categorias. Aqueles que têm as restrições obrigatórias são agendados inicialmente, e os eventos da categoria de restrições brandas são agendadas a *posteriori*. Acerca dessa categoria, destacam-se os trabalhos de Fisher e Shieir (1983) e White e Chan (1979).

O método baseado em restrições tem como foco um conjunto de variáveis. Os eventos são agendados de tal forma que atendam a tais restrições e, caso a solução não seja encontrada, o processo é reiniciado até que todas as restrições sejam satisfeitas. A esse respeito, a literatura destaca os trabalhos de White e Chan (1979) e Balakrishnan, Lucena e Wong (1992).

Os métodos heurísticos de busca por vizinhança variável (VNS) proposto por Mladenovic e Hansen (1997) e os métodos meta-heurísticos são destaques e muito utilizados para solucionar problemas de agendamento de horários. A literatura apresenta inúmeros trabalhos, como os de Burke e Carter (1998), Burke e Erben (2000), Burke et al. (1997), Schaefer (1999).

O pioneirismo de trabalhos envolvendo o conceito de meta-heurística se deve a Glover (1986), o qual propõe a técnica busca tabu. A técnica simulando a fabricação de cristais perfeitos tem destaque com o trabalho de Kirkpatrick, Gelatt e Vecchi (1983). Porém Abramson (1991) usa essa mesma técnica, para resolver problemas de alocação de horários com sequenciamento paralelo.

Feo e Resende (1995) desenvolvem a técnica *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (GRASP), resultado da junção de duas técnicas heurísticas, e Holland (1975) inspirado no

mecanismo da evolução natural, desenvolve o algoritmo genético. Este e as demais técnicas heurísticas e meta-herística citadas acima, e aplicadas a solução de problemas de grade horária serão detalhadas a seguir.

2.2 Algoritmo Heurísticos

2.2.1 Algoritmo Heurístico Construtivo

O Algoritmo Heurístico Construtivo, denominado AHC, é a técnica de otimização mais utilizada para resolver problemas complexos, de forma isolada ou associado aos métodos meta-heurísticos.

O AHC se caracteriza por processar por etapas, gerando soluções de boa qualidade. Em cada etapa, encontra-se um elemento da solução que está sendo construído, o qual é identificado através de um indicador de sensibilidade. Dos elementos encontrados, separa-se o mais interessante e, na sequência, vai repetindo cada etapa e, por último, termina gerando uma solução factível.

Na primeira etapa, armazenam-se os dados do problema e se escolhe o indicador de sensibilidade e, em seguida, verifica-se a factibilidade da solução. Caso seja factível, encerra-se a operação, porém, caso contrário, processa-se a próxima etapa repetindo a operação.

2.2.2 Algoritmo Heurístico de Busca através de Vizinhança

Algoritmo heurístico de busca através de vizinhança, denominado SDH (*Steepest Descent Heuristic*), o processo se inicia através de uma solução factível, percorrendo o espaço de busca, passando sempre pela melhor solução vizinha. A técnica SDH se resume nos seguintes passos:

- o processo se inicia através de uma solução inicial que passa a ser corrente;
- defini a estrutura de vizinhança;
- a solução corrente passa para a melhor solução vizinha;
- o processo termina quando toda as soluções vizinhas são de pior qualidade que a solução corrente.

A terminologia utilizada no método SDH é diferente da terminologia usada na otimização clássica, cujo ponto de partida para se resolver um problema de otimização é a construção da modelagem matemática através das variáveis de decisão. Na heurística SDH, o aspecto mais

importante é a escolha de uma proposta de codificação eficiente em que não seja necessariamente obrigado a usar o modelo matemático do problema em estudo. Isso implica dizer que, na heurística SDH, podem-se resolver problemas de otimização que não tenham modelagem matemática. No entanto, para entendimento de como funciona a heurística SDH, é importante considerar o entendimento de alguns conceitos.

Na heurística SDH, o aspecto mais importante é a escolha de uma proposta de codificação que substitui as variáveis de decisão dos problemas clássicos de otimização, sendo que a codificação de uma proposta de solução de um problema complexo representa um elemento no espaço de busca do problema de otimização.

A proposta de codificação está devidamente formulada se for permitido identificar um elemento no espaço de busca, se for possível determinar a função objetivo e identificar se uma proposta de solução é factível ou infactível. Deve ainda permitir implementar adequadamente a estrutura de vizinhança, bem como os operadores existentes.

O AHC e o SDH são técnicas de otimização que deram origem ao algoritmo conhecido como GRASP criado por Feo e Resende (1995)

2.3 *Meta-heurística*

Pela definição de Glover (1986), meta-heurísticas são técnicas de solução que gerenciam uma iteração de busca local e as estratégias de nível superior para se criar um processo de otimização com capacidade de sair de soluções ótimas locais e realizar buscas através do espaço de busca. Verifica-se então que a metaheurística é um processo de otimização que integra o algoritmo heurístico construtivo e o algoritmo de busca através de vizinhança, buscando soluções de qualidade através do espaço de busca.

A literatura nos apresenta alguns enfoques meta-heurísticos que têm apresentados soluções de alta qualidade para problemas complexos, tais como: Busca Tabu, *Simulated Annealing*, entre outros, os quais apresentaremos de forma resumida a seguir.

2.3.1 **Simulated Annealing**

Apresentado por Kirkpatrick, Gelatt e Vecchi (1983), o algoritmo *Simulated Annealing* (SA) é muito utilizada em problemas complexos de otimização e tem com base a semelhança com a técnica de fabricação de cristais perfeitos. Porém, Abramson (1991) desenvolveu o Algoritmo SA utilizado para solucionar problemas de alocação de horários com sequenciamento paralelo.

A técnica *annealing* de fabricação de cristais consiste em aquecer o material a altas tempe-

raturas até atingir o ponto de uma movimentação das moléculas, permitindo um rearranjo de sua estrutura molecular. A partir desse ponto, o material é resfriado, diminuindo assim a movimentação molecular. Se esse resfriamento é feito de forma gradual e lenta, mantém-se o equilíbrio termodinâmico do material, permitindo então a criação de um cristal perfeito. A partir dessa semelhança, foi formulado o algoritmo *Simulated Annealing*.

A semelhança básica com o processo do resfriamento do cristal permite fazer uma comparação com o algoritmo. Nesse caso, a energia livre do material em resfriamento corresponde ao valor da função objetivo; a obtenção de um cristal perfeito corresponde à solução ótima; a temperatura, que é uma grandeza física controlável, corresponde ao parâmetro de otimização ou de temperatura como no processo *annealing*.

O algoritmo SA apresenta duas características fundamentais: a forma de escolha do vizinho e o processo de transição. Sendo que o vizinho é escolhido a partir da topologia corrente. Se for uma solução de melhor qualidade, realiza-se a transição, passando para a topologia corrente. Todavia, se a solução é de pior qualidade, esse vizinho pode ser escolhido usando o critério de probabilidade do método, sendo este controlado pelos fatores temperatura e variação da função objetivo. Se a função objetivo for pequena e a temperatura grande, a chance de escolher um vizinho de pior qualidade é enorme. Por esta razão, na fase inicial do processo, é muito comum realizar muitas transições, acentuando-se, nessa fase, o aparecimento de soluções de pior qualidade. Na fase final do método, essa tendência se inverte e praticamente se anula.

Para a implementação da técnica SA, deve-se:

1. escolher uma codificação p ; definir a função objetivo $f(p)$; escolher a vizinhança e o espaço de busca; escolher os parâmetros temperatura inicial T_0 e temperatura final T_f ou critério de parada; definir o número de tentativas de transição do nível inicial N_0 ; definir o parâmetro ρ que indica o número de tentativas de cada nível; definir o parâmetro β que é o controlador da diminuição da temperatura;
2. encontrar uma solução inicial p_0 que se transforma em solução corrente p_c , fazer $N_k = N_0$, $S = 0$;
3. fazer a identificação da solução vizinha P_v escolhida de forma aleatória;
4. se a função objetivo da solução vizinha for menor que a função objetivo da solução corrente, significa que a solução vizinha é melhor que a corrente. Assim, é feita a transição e então $P_c = P_v$ reinicia o passo caso contrário gera um número aleatório entre 0 e 1. E $\Delta f_{(p)} = f_{(pv)} - f_{(pc)}$. Se $\exp\left[\frac{-\Delta f_{(p)}}{T_k}\right]$ for maior que o número aleatório gerado $P(0, 1)$, deve-se realizar a transição $P_c = P_v$ caso contrário, a solução corrente é preservada reinicia o passo 4;

5. se o critério de parada for cumprido, o processo para; caso contrário, deve-se ir para a próxima temperatura e repetir o passo 3.

Observações: Comparando heurística SDH com ao algoritmo SA, verificam-se as diferenças fundamentais:

- no algoritmo SA, solução vizinha é escolhida aleatoriamente e realiza a transição sem conhecer e sem avaliar as outras soluções vizinhas, enquanto heurística SDH avalia todas as soluções vizinhas para identificar a de melhor qualidade. Por isso, nas fases iniciais, SA realiza transições com maior intensidade que a heurística SDH, mas, nas fases finais ambas técnicas de otimização apresentam comportamento similares;
- o algoritmo SA pode sair do ótimo local aceitando a transição (de forma probabilística) para soluções vizinhas de pior qualidade, sendo esta é a principal diferença em relação à heurística SDH;
- o algoritmo SA apresenta maior tempo de processamento e deve encontrar soluções de melhor qualidade em relação à heurística SDH.

2.3.2 Tabu Search

O método *Tabu Search* (TS) ou busca tabu foi proposto por Glover (1986). Na resolução de problemas de alocação de horários escolares, a literatura apresenta inúmeros trabalhos usando a meta-heurística TS, a exemplo de Hertz (1991), Costa (1991), Lu e Hao (2010).

A característica central do método consiste em criar uma estratégia de busca inteligente que visa percorrer o espaço de busca de forma eficiente e seletiva e para isso, o processo deve intensificar e diversificar. Intensificar quer dizer realizar buscas mais intensas na solução corrente, e diversificar significa abrir o espaço de busca que permita chegar a regiões mais distante do universo de busca.

A implementação do TS segue os seguintes passos:

1. montar os dados do problema; escolher a proposta de solução P , identificar como avaliar a função objetivo $f_{(P)}$, definir a estrutura de vizinhança, identificar os atributos proibidos e o critério de aspiração, escolher os parâmetros do algoritmo (dimensão da lista tabu), escolher o critério de parada;
2. encontrar a solução inicial P_0 , que se transforma em solução corrente P_c ;

3. identificar e avaliar todas as soluções vizinhas da solução corrente, fazer o ordenamento das soluções vizinhas com o critério de qualidade, iniciando pela solução vizinha de melhor qualidade;
4. realizar a transição para a solução vizinha melhor classificada e que não tenha atributo proibido ou, se tem o atributo proibido, deve satisfazer o critério de aspiração;
5. atualizar a incumbente e a lista de atributo proibido e se o critério de parada for satisfeito, deve parar, caso contrário, deve retornar ao passo 3.

Observações:

- realiza transição para a melhor solução vizinha que não tenha os atributo proibido, ou, se tem os atributos proibidos, cumpre o critério de aspiração;
- pode passar por uma solução de pior qualidade ao mesmo tempo que apresenta a estratégia para evitar que volte a visitar uma solução já visitada;
- o atributo está relacionado com uma proposta de solução, correspondendo a algum tipo de informação que permita identificar alguma característica da proposta de solução.
- o critério de aspiração tem a função de eliminar a proibição do atributo de uma solução vizinha de excelente qualidade, porque compartilha o mesmo atributo da solução já visitada.

2.3.3 A Meta-heurística GRASP

O algoritmo GRASP, cujo nome vem de *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures* desenvolvido por Feo e Resende (1995), resulta da junção do método AHC do tipo guloso com o SDH. Se fundamenta nos tópicos conceituais já desenvolvidos para esses algoritmos.

O algoritmo GRASP supera as limitações do AHC e gera um número elevado de propostas de soluções diferentes. Na fase de construção, caracteriza-se por permitir a escolha dos próximos componentes da solução dentro de uma Lista Restrita de Candidatas denominada LRC, a qual deve ser variável, levando-se em conta a qualidade das soluções candidatas à adição.

Na implementação do algoritmo de forma genérica, apresentam-se os seguintes passos:

- escolhe-se a codificação da proposta de solução, avalia-se a função objetivo, seleciona-se a heurística construtiva e a maneira de realização da busca local. Nesse caso, o algoritmo heurístico tipo guloso é comumente usado na fase construtiva e na fase de busca local, podendo ser a heurística SDH ou outra meta-heurística mais sofisticada com estrutura de vizinhança;

- a técnica é realizada considerando a fase de pré-processamento, a fase de busca construtiva e a fase de pós-processamento de busca local. Nessa fase, atualiza-se a solução incumbente e, se o critério de parada não for satisfeito, reinicia-se a fase de pré-processamento. Caso contrário, deve-se parar;
- a fase de pré-processamento tem como finalidade a busca de alguns atributos dentro das subestruturas ou áreas menores que permitam iniciar o processo de busca construtiva. Esses atributos permitem ter certeza ou quase certeza de que a solução seja boa ou se tais componentes não devam fazer parte de uma solução ótima;
- na fase construtiva do algoritmo (que é o próprio AHC), a solução inicial vazia se transforma em solução em construção, usando-se o indicador de sensibilidade para elaborar a lista LRC cotendo os componentes mais atrativos. A seguir, escolhe-se um elemento da lista LRC e atualiza a solução corrente. Caso a solução em construção corrente seja factível ou satisfaça os critérios de parada, finaliza-se a parte construtiva, caso contrário repete-se a operação. Segundo Resende (2003), *Path relinking* é estratégia mais eficiente para ser usada na fase de busca local de uma meta-heurística sofisticada.

2.3.4 Algoritmo Genético

O Algoritmo Genético (AG) foi proposto por Holland na década de 70, inspirado no mecanismo da evolução natural proposto por Goldberg (1989).

A teoria da evolução proposta por Darwin explica a evolução dos seres vivos. Através desse princípio, os seres vivos se adaptam às mudanças do meio ambiente, e os indivíduos melhores adaptados na natureza têm maiores chances de sobrevivência. Portanto, podem chegar à fase adulta, se reproduzem gerando descendentes com novas informações genéticas, transmitindo essas informações à nova população.

As condições ambientais é um fator determinante na evolução. Os indivíduos melhores adaptados sobrevivem e transmitem as novas características aos descendentes. Isso implica dizer que a seleção natural acontece porque existem, na mesma população, indivíduos geneticamente diferentes. As novas informações passam de uma geração para outra de uma determinada população de forma aleatória. A diversidade genética é explicada a seguir.

Na divisão e duplicação das células reprodutivas, nos cromossomos, são armazenadas as informações genéticas. Cada espécie de indivíduo possui pares de cromossomos gêmeos definidos e, no caso dos humanos, estes possuem 23 pares cromossômicos e cada par participa conjuntamente da transmissão das informações genéticas aos descendentes. Cada cromossomo é constituído por genes, que são responsáveis pela informação e, em cada gene, existem informações genéticas dominantes que vêm do par cromossômico. O tipo específico de informações

se encontra no alelo, um gene constituído de dois alelos, um dominante sobre o outro: o genótipo indica o tipo de alelo e a informação dominante que ele possui, o fenótico corresponde às características físicas herdadas dos alelos dominantes.

A recombinação genética denominada é um fenômeno responsável pela diversidade genética. Quando há dois cromossomos gêmeos herdados do pai e da mãe, na separação da célula reprodutiva, são gerados dos gametas do pai e da mãe. Antes da separação, os gametas se recombinam trocando parcelas de tamanho variado de genes, tanto do pai quanto da mãe, resultando gametas com informações também do pai e da mãe de formas diversas.

No caso da reprodução sexuada, a diversidade genética se garante pelo fenômeno da recombinação genética. Neste caso, tem-se a união de dois gametas de indivíduos diferentes, gerando o zigoto de características genéticas diferentes. No entanto, dois zigotos do mesmo casal poderiam ser iguais se o fenômeno de recombinação não estivesse presente. Tal mecanismo, na reprodução sexuada, acontece na etapa da divisão celular de uma célula reprodutiva.

A mutação também é outra fonte de diversificação genética. Neste caso, acontecem mudanças de estruturas genéticas resultantes da interação dos seres vivos com o meio ambiente.

No algoritmo genético, a população de indivíduos representada pelo conjunto de configurações é usada para resolver problemas complexos de otimização. Holland encontrou semelhanças com o fenômeno da evolução natural ao construir o algoritmo genético, gerando uma sequência de populações, usando os mecanismos de seleção, recombinação e mutação como mecanismo de busca dentro de um espaço de busca, Concilio (2000)

O algoritmo genético estabelece equivalência com a evolução natural, sendo que uma proposta de solução no problema de otimização equivale, na genética, a um cromossomo, a variável do problema equivale ao gene e a solução do problema (valores da variável) ao alelo.

No algoritmo genético básico, deve-se levar em conta os seguintes aspectos: pode ser representado mais facilmente pela codificação binária e deve representar de forma adequada o problema, bem como encontrar a maneira de se calcular a função objetivo; as melhores configurações apresentam os melhores valores da função objetivo; também se deve implementar um mecanismo que selecione as configurações que farão parte nas novas populações; o operador genético de recombinação, o operador de mutação e por último se define o tamanho da população ou o número de configurações em cada geração.

3 ALGORITMO GENÉTICO CHU-BEASLEY

3.1 Algoritmo Genético Básico

No Algoritmo Genético Básico (AGB), se processam as seguintes etapas:

1. montar os dados do problema. Após a escolha da codificação de uma proposta de solução P , define-se a maneira de como se deve calcular a função objetivo de cada configuração $f(p)$, como mecanismo para selecionar a melhor configuração no processo. Deve-se definir os parâmetros do algoritmo, tais como: tamanho da população n , taxa de recombinação ρ_c , taxa de mutação ρ_m , e, por último, o critério de parada;
2. gerar a população inicial que é um conjunto de n propostas de soluções se transforma na população corrente;
3. avaliar a função objetivo para todo o conjunto da população, atualizar a população corrente e a incumbente, se possível;
4. se o critério de parada for satisfeito, o processo para, caso contrário, deve-se ir para o próximo passo;
5. realizar o operador de seleção;
6. realizar o operador de recombinação;
7. realizar o operador de mutação, atualizar a população corrente e retorna o ciclo, avaliando a qualidade dos elementos da população corrente antes de ir para o passo 3.

Como o algoritmo genético básico exige que a codificação seja binária, é feita de forma trivial. Um exemplo de codificação binária com três variáveis é apresentado pela configuração na figura 1

Os valores de X podem assumir os valores de 0 ou 1, a configuração pode assumir a seguinte forma

Figura 1 - Exemplo de codificação binária

| | | |
|-------|-------|-------|
| x_1 | x_2 | x_3 |
|-------|-------|-------|

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Figura 2 - Resultado da codificação binária

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Em casos mais complexos, a codificação binária apresenta problemas de desempenho em variáveis inteiras reais.

3.1.1 A Função Objetivo e a Inactibilidade

A função objetivo, em um algoritmo genético, é utilizada para avaliar a qualidade da configuração, seja ela ou seu equivalente, porque, em muitos casos, não é possível usar o valor diretamente da função objetivo para avaliar uma configuração. Além disso, a função objetivo diz respeito à inactibilidade da solução, a qual também é usada para definir e implementar os operadores que selecionam as melhores soluções pelo cálculo da diferença em relação às demais configurações.

No algoritmo genético, após a escolha da codificação, todas as configurações geradas podem ser factíveis. Os operadores genéticos também geram soluções factíveis, ou as configurações iniciais são factíveis e os operadores podem quebrar essa factibilidade e, por último, as soluções iniciais podem ser factíveis e inactíveis e o operador mantém essa situação.

Para resolver esses casos, deve-se implementar, em cada caso, o algoritmo devidamente codificado. O primeiro caso raramente acontece em situações reais; no segundo caso, deve-se encontrar uma forma de eliminar as soluções inactíveis geradas pelos operadores ou buscar uma forma de tornar uma solução inactível em factível e, no terceiro caso, podem ser usadas as mesmas técnicas do segundo caso ou penalizar a função objetivo.

3.1.2 Operador de Seleção

O processo de seleção no algoritmo genético é feito pelo operador de seleção. Trata-se de um mecanismo que seleciona as configurações da população corrente que devem fazer parte da nova população e termina sua função após decidir quais descendentes irão fazer parte da nova população, eliminando então as configurações de pior qualidade.

Existem várias formas de implementar a seleção, tais como:

- A seleção proporcional:

A seleção proporcional é a técnica mais conhecida. Nesse caso, cada configuração gera um número de descendentes proporcional ao valor da função adaptação.

Para encontrar o número de descendentes, usa a relação em que:

$$Nd_i = \frac{Z_i(x)}{Z_m(x)} \quad (15)$$

Nd_i corresponde ao número de descendentes da configuração i ;

$Z_i(x)$ corresponde ao valor da função adaptação;

n corresponde ao número de configurações que participam da seleção;

$Z_m(x)$ corresponde ao valor médio das funções adaptação das n configurações da população.

$$Z_m(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i(x) \quad (16)$$

Portanto

$$Nd_i = n \frac{Z_i(x)}{\sum_{i=1}^n Z_i(x)} \quad (17)$$

O valor do Nd , calculado na equação (17), não é inteiro. Porém, não tem sentido o número de descendentes não ser número inteiro. Assim, esse problema se resolve usando o método da roleta, que consiste em dividir o círculo da roleta em partes proporcionais ao número de descendentes de cada configuração e, em seguida, se opera a roleta n vezes. Ou seja, o número de configurações que participam da seleção, sendo que, a cada operação, se escolhe um descendente para aquela configuração que será a vencedora do torneio. Isto é, na circular é indicado o lugar em que parou a roleta.

Na seleção proporcional usando a roleta, cada configuração representa uma parcela da roleta proporcional ao número de descendentes, calculado pela relação:

$$P = 360 \frac{1}{n} Nd_i \quad (18)$$

Ao determinar o número de descendentes da configuração, faz-se necessário observar que os valores de $Z_i(x)$ devem ser todos positivos em caso de maximização, e todos negativos em caso de minimização. Caso apareçam valores negativos e positivos para a maximização, deve-se realizar uma transformação da função de adaptação, incrementa-se uma constante K para que todos assumam valores não negativos. No caso de minimização, em que todos devem assumir valores negativos, se subtrai a constante K .

- Formas alternativas de seleção proporcional

A seleção proporcional apresenta problemas de manipulação adequada nas superconfigurações na fase inicial e a pouca seletividade na fase final do processo. Com a finalidade de

buscar melhoramento do processo, a literatura registra formas alternativas de seleção proporcional: a seleção estocástica do resíduo; seleção determinística; e seleção com limite superior do número máximo de descendentes.

1. A seleção estocástica do resíduo

Essa seleção modifica a segunda parte da seleção proporcional, elimina o uso da roleta, fazendo com que a seleção determinística da parte inteira e a parte fracionária do número de descendentes sejam transferidas para a roleta, o que, em termos de resultados, equivale à seleção proporcional. Porém, o esforço computacional tende a diminuir isso, porque a roleta é usada somente no término do processo de seleção.

2. A seleção determinística

Elimina o trabalho da roleta em forma determinística; faz a seleção determinística da parte inteira do número de configurações como na seleção estocástica e termina a seleção usando a parte da fração do número de descendentes, priorizando as configurações da maior parte fracionária.

3. Seleção proporcional limitando o número de descendentes

Essa proposta se caracteriza pela limitação do número máximo de descendentes que pode ter uma configuração. Essa proposta incorpora as proposta de seleção proporcional apresentadas e elimina parcialmente o problema de aparecimento de superconfigurações na fase inicial do processo.

- Escalonamento Linear

O escalonamento linear tenta resolver os problemas típicos que se apresentam na seleção proporcional, como o aparecimento de superconfigurações nas fases iniciais e a perda de seletividade nas fases finais. Nesse caso, o processo se fundamenta em realizar uma transformação linear das funções de adaptação, a fim de melhorar a seletividade se comparada com o caso da seleção proporcional. A proposta do escalonamento, em síntese, realiza a transformação linear das funções de adaptação antes que seja usada a equação que calcula o número de descendentes da configuração inicial, melhorando, dessa forma, a seletividade. Assim, o restante do processo transcorre de forma igual à seleção proporcional, possibilitando que o processo seja terminado usando qualquer um dos processos aqui analisados. Logo, a transformação das funções adaptação segue a relação: $f' = af + b$, Sendo f' valor da função de adaptação f , que corresponde à função de adaptação transformada de melhor qualidade deve seguir o valor médio das funções de adaptação multiplicado pela constante $K_f = [1, 2; 2, 0]$.

O valor médio, em ambas populações, permanecem constantes, possibilitando encontrar as constantes a e b , para realizar a transformação.

- Seleção com uso de ordenamento

O número de descendente de cada configuração depende do ordenamento dos descendentes. Nos casos de maximização, os valores da função são dispostos em ordem decrescente, e os casos de minimização em ordem crescente, consideram-se os descendentes em relação à função de adaptação para os problemas de minimização.

Neste caso, a função de adaptação é usada somente para fazer o ordenamento linear. Portanto, o valor absoluto da função de adaptação se faz necessário apenas para conhecer se esse valor é melhor ou pior que as outras configurações.

Na proposta com uso de ordenamento, elimina-se a primeira estratégia da seleção proporcional, que consiste em determinar o número de descendente utilizando a equação matemática, a qual calcula o número de descendentes a ser substituído pelo ordenamento linear dos descendentes. No entanto, a segunda parte da seleção proporcional se aplica, visto que o número de descendentes no ordenamento também não é inteiro.

A proposta de seleção que usa ordenamento elimina o problema de superconfiguração da fase inicial comum na seleção proporcional e elimina também o aparecimento de configurações homogêneas, bem como elimina o esforço computacional, já que esse trabalho de cálculo não existe, ficando apenas a tarefa de fazer o ordenamento.

- Seleção por torneio

Na seleção usando torneio (*tournament selection*), os descendentes são escolhidos realizando n jogos, sendo n o tamanho da população. Em cada jogo selecionado, são escolhidas, aleatoriamente, k configurações, e a configuração ganhadora do jogo, é aquela que tem função de adaptação de melhor qualidade. O valor de k é tipicamente pequeno, $k \in \{2, 3, 4\}$, após os jogos, termina o processo de seleção.

Esse método é atrativo, porque, computacionalmente, é muito rápido. Além disso, é usado tanto para maximização, quanto para minimização, sendo que, nesse caso, apenas o critério da função de adaptação de melhor qualidade é diferente. Destaca-se ainda a vantagem em relação à seleção proporcional, eliminando o problema da relatividade da função de adaptação para a seleção, e, por último, o número de descendente é inteiro, dispensando o uso da roleta.

3.1.3 Recombinação

Após o processo de seleção, as configurações escolhidas são submetidas ao operador de recombinação.

No algoritmo genético, a recombinação implica na troca de parcelas de duas configurações diferentes para formar duas configurações candidatas. Estas, por sua vez, ainda serão submeti-

das ao operador de mutação e, somente após proceder essa operação, a configuração vai fazer parte da nova população ou geração.

O operador de recombinação, no algoritmo genético, é uma imitação grosseira em relação ao que acontece na genética natural.

Na genética natural, dois cromossomos gêmeos se separam e se duplicam acompanhados do processo de recombinação, gerando quatro descendentes. Já no algoritmo genético, duas configurações são recombinadas gerando duas novas configurações em que cada nova configuração é formada por parcelas das configurações geradoras. No algoritmo genético, existem vários tipos de recombinação, como, por exemplo, recombinação de um ponto, de dois pontos, multipontos e uniformes.

3.1.4 Recombinação de um Simples Ponto

A recombinação em um único ponto implica na escolha de um único ponto para fazer a recombinação. Se em duas configurações com tamanho k os elementos são selecionadas para recombinação, deve-se gerar um número que vai de $k = 1$ até a penúltima casa binária da configuração, ou seja, $k - 1$. Esse número indica o ponto de recombinação e as parcelas de ambas as configurações que se encontram à direita do ponto da recombinação são trocadas para formar duas novas configurações.

As configurações escolhidas para recombinar devem ser feitas, de forma aleatória, assim como acontece com o ponto de recombinação.

Existem outros tipos de recombinação que consistem em escolher os pontos que vão se recombinar, cujo extremo é a recombinação uniforme. A melhor estratégia para a recombinação é a do tipo multipontos e nesse caso, o número de pontos que vão realizar a recombinação depende do número de elementos que fazem parte da configuração.

3.1.5 Mutação

A mutação acontece na natureza quando o material genético de um gene é alterado no processo de duplicação da célula reprodutiva. De modo geral, pode gerar indivíduos de pior qualidade e, em certos casos, pode gerar indivíduos de boa qualidade.

Na codificação binária, o operador de mutação possibilita a troca do valor da variável 0 para 1 ou vice-versa, e devendo envolver elemento a elemento de uma configuração, isto é, casa por casa. A decisão de mudar uma posição, nesse caso, independe da decisão das outras configurações. A taxa de mutação indica a probabilidade de que uma posição seja mudada, fazendo com que cada bit da configuração seja submetido a essa probabilidade.

Para ilustrar, se uma população de 4 configurações cada configuração possui 12 posições ou casas e a taxa de mutação $\rho = 0,05$, então faz-se o cálculo $0,05(4)(12) = 2,4$ o que equivale a fazer duas mutações. Logo, são escolhidas duas casas de 1 a 48 de forma aleatória para que sofram mutação.

Tanto na recombinação quanto na mutação, podem ser geradas soluções infactíveis. Nesse caso, resta transformar as configurações em factíveis, ou eliminar as configurações infactíveis, ou, em último caso, considerar todas as configurações factíveis e penalizar as infactíveis na função objetivo.

3.1.6 Parâmetros de Controle do Algoritmo Genético

Os parâmetros que definem o algoritmo genético como tamanho da população, taxa de recombinação e mutação são chamados de programa de controle do algoritmo genético, cujos valores recomendados pela literatura são:

Tamanho da população $n \in [30; 300]$

Taxa de recombinação $\rho_c \in [0,5; 1,0]$

Taxa de mutação $\rho_m \in [0,001; 0,050]$

(Fonte: Romero e Mantovani (2004))

3.1.7 Critério de Parada

A parada pode acontecer em vários casos: se atender ao número especificado de gerações; se a solução incumbente for pelo menos de igual qualidade ao valor previamente especificado; se a solução incumbente não melhora durante um número especificado de gerações; se as configurações são muito parecidas e não apresentam evolução.

3.1.8 Geração da população inicial

Na geração da população inicial para o algoritmo genético, a literatura recomenda que seja gerada aleatoriamente, já que a qualidade da solução final não deveria depender da população inicial em problemas complexos de grande porte. No entanto, existem problemas em que essa premissa não é verdadeira.

Na geração de população inicial, existem propostas alternativas como, por exemplo, quando se usa processo aleatório controlado, iniciando por formar pequena população inicial, com capacidade de pro-

duzir aleatoriamente novas configurações. Outra alternativa seria usar algoritmos heurísticos construtivos rápidos e eficientes, visando gerar configurações de boa qualidade e diferentes entre elas.

3.2 Algoritmo Genético Tradicional

Para melhor entendimento, serão discutidos alguns aspectos do algoritmo genético tradicional, relacionados com a proposta de Chu-Beasley.

O algoritmo genético tradicional pode ser resumido nos seguintes passos:

1. especificar os parâmetros de controle (tamanho da população, taxa de recombinação, taxa de mutação, etc);
2. especificar as características genéricas do algoritmo, tais como tipo de codificação, forma de montar a população inicial, manipulação de inactibilidades, tipo de seleção, necessidade e forma de padronização, etc;
3. encontrar uma população inicial que se transforma na população corrente;
4. encontrar o *fitness* da população corrente e atualizar a incumbente (melhor solução encontrada no processo) se for possível;
5. se o critério de parada for satisfeito, pare, caso contrário, deve continuar o processo;
6. realizar a seleção;
7. realizar a recombinação;
8. realizar mutação, recompor a população corrente e voltar ao passo 4.

A teoria básica do algoritmo genético sugere que a população inicial seja gerada de forma aleatória e a qualidade da solução final independente da solução inicial. No entanto, a prática demonstra que a população inicial gerada dessa forma dificulta encontrar soluções finais de boa qualidade. A aleatoriedade, portanto, gera soluções inactíveis. Mas, quando se usam estratégias eficientes que levam em conta as características do problema, possibilita-se que sejam encontradas soluções finais de melhor qualidade. A experiência mostra que é possível gerar uma população inicial de qualidade usando duas estratégias: (1) geração aleatória controlada e (2) geração da população usando algoritmos heurísticos rápidos e robustos. A inactibilidade é outro tópico relevante. Na maioria dos casos em que as soluções inactíveis são numerosas, é usada a estratégia da penalização. As inactibilidades são incorporadas no *fitness* na forma de penalização ou são eliminadas e as soluções com pequenas inactibilidades podendo gerar soluções factíveis quando se implementam os operadores genéticos. Todavia, a grande dificuldade é a calibração dos parâmetros de penalização, ou seja, o fator de correção usado na inactibilidade.

O tipo de seleção e a necessidade de padronização são analisados separadamente dos outros operadores genéticos. A teoria básica de algoritmos genéticos considera que um problema está padronizado

quando se trata de um problema de maximização, e os valores do *fitness* são todos não negativos. Também os primeiros algoritmos genéticos sugerem usar a chamada seleção proporcional. Um problema padronizado gera um número de descendentes que é proporcional ao valor do *fitness*. Por esse motivo, todos os valores de *fitness* devem ser não negativos. Como o número de descendentes é, geralmente, não inteiro, conclui-se o processo de integralização usando a roleta. Assim, a seleção proporcional exige a padronização do problema e tem duas parcelas claramente diferenciadas: (i) determinação do número de descendentes em que se usa a relação de proporcionalidade gerando um número de descendentes não inteiros e, (ii) integralizar o número de descendentes usando a roleta.

A seleção proporcional apresenta vários problemas, tais como: (i) quando se trata do problema de minimização, deve-se transformar o problema em um equivalente de maximização; (ii) quando aparecem valores negativos de *fitness*, então deve-se usar janelamento ou deslocamento para transformar todos os valores de *fitness* da população corrente em não negativos; (iii) quando aparecem as chamadas superconfigurações, isto é, propostas de soluções de excelente qualidade com direito a gerar muitos descendentes, acontece a perda de diversidade e convergência prematura e, (iv) quando todos os elementos da população apresentam valores de *fitness* muito próximos acontece também perda de diversidade, transformando a seleção em um processo aleatório. Os dois últimos problemas são contornados pela seleção proporcional usando modificações no processo de seleção, tais como: limita-se o número de descendentes e/ou usa-se o escalonamento linear que modifica os valores de *fitness*, juntam-se esses valores quando se encontram muito separados (no caso de superconfigurações) ou separam-se esses valores quando se encontram muito próximos (quando os valores de *fitness* são muito próximos). Assim, escalonamento linear é a mesma seleção proporcional com um passo adicional, isto é, com a modificação dos valores de *fitness* da população corrente.

Além de ser muito simples de implantar, a seleção por torneio não apresenta nenhum dos problemas da seleção proporcional. Nessa proposta, o número de descendentes é gerado em n_{pop} jogos para uma população de tamanho n_{pop} . Em cada passo, realiza-se um jogo que consiste em escolher aleatoriamente k elementos da população e considera-se como ganhador, com direito a gerar um descendente, aquele elemento da população com *fitness* de melhor qualidade. Após n_{pop} jogos, termina o processo de seleção e, nesse caso, apenas deve-se calibrar e escolher o valor de k , número de elementos que participam em cada jogo, que é facilmente calibrado e tipicamente assumem valores pequenos, tais como $k = 2, 3, 4$. Logicamente, a seleção por torneio dispensa a roleta porque gera um valor inteiro de número de descendentes. Assim, a seleção por torneio dispensa a padronização e, caso essa decisão seja tomada, não faz sentido discutir tópicos relacionados com padronização como se o problema fosse de maximização ou de minimização.

A recombinação e a mutação são operadores altamente dependentes do tipo de codificação usado. Caso a codificação seja a binária, ambos operadores são implementados de forma trivial. Entretanto, se a codificação usada é de outro tipo, devem-se redefinir esses operadores. Vale destacar que esses operadores não são analisados em detalhe neste trabalho.

O algoritmo genético tradicional tem substituição geracional, isto é, os elementos da população corrente são substituídos por descendentes gerados com uso dos operadores genéticos. Essa estratégia

pode eliminar da população corrente as melhores soluções já encontradas. Uma forma para contornar esse problema é usar a estratégia de elitismo. Nessa proposta, a melhor ou as melhores soluções (soluções de elite) são repassadas para a próxima geração, preservando, assim, as melhores soluções. Portanto, a população corrente herda as melhores soluções da população anterior.

Finalmente, o problema mais crítico do algoritmo genético tradicional é a perda de diversidade. Geralmente, um algoritmo genético não verifica se alguns elementos da população são repetidos. Caso não seja implementado um controle, as melhores soluções se tornam dominantes nas novas populações levando a uma perda de diversidade. Esse problema é contornado, parcialmente, usando duas estratégias: (i) usa de taxas de mutação cada vez mais elevadas e, (ii) verificando e eliminando as soluções repetidas e fazendo a recomposição da população, geralmente gerando novas soluções de forma aleatória. Essa última proposta raramente é usada, porque é computacionalmente cara e o processo de substituição não é eficiente. Portanto, a perda de diversidade genética, assim como o controle da diversidade, é um dos maiores problemas dos algoritmos genéticos tradicionais.

3.3 Algoritmo Genético Chu-Beasley

Chu (1997) apresenta um algoritmo genético modificado para problemas gerais de alocação. Nesse caso, pretende-se otimizar a alocação de n tarefas para m agentes, em que $n \gg m$. Trata-se de um problema de minimização linear inteiro binário multirestrito, que se resume nos seguintes passos:

1. especificar os parâmetros de controle (tamanho da população, taxa de recombinação, taxa de mutação, etc);
2. especificar características genéricas do algoritmo, como tipo de codificação, montar a população inicial, manipulação de inactibilidades, tipo de seleção, etc.;
3. encontrar uma população inicial de forma aleatória que se transforma na população corrente, encontrar o *fitness* e *unfitness* da população corrente;
4. realizar a seleção para escolher apenas duas soluções geradoras;
5. realizar a recombinação e preservar apenas um descendente;
6. realizar mutação do descendente preservado.
7. realizar uma fase de melhoria local;
8. decidir se o descendente melhorado pode entrar na população substituindo um elemento da população;
9. caso o critério de parada não seja satisfeito, voltar ao passo 4 e, caso contrário, terminar o processo.

Chu-Beasley apresentou um algoritmo genético modificado (AGCB) com particularidades especiais. Esse algoritmo gera a população inicial de forma aleatória da mesma forma que no algoritmo genético básico, apresentando como resultado uma população inicial com os elementos inactíveis e muito

longe da factibilidade para problemas complexos. Neste caso, a proposta inova na manipulação da infactibilidade, eliminando a necessidade de escolha de parâmetros de penalização quando duas informações são juntadas no mesmo *fitness*. Assim, a proposta Chu-Beasley armazena a função objetivo de cada proposta de solução em um vetor *fitness* e as infactibilidades em outro vetor *unfitness*. *Fitness* é usado no processo de seleção e *unfitness* juntamente com o *fitness* é usado no processo de substituição, para decidir se o elemento gerado deve fazer parte da população substituindo um elemento da população. A seleção é feita por torneio.

A proposta do AGCB, no processo de substituição, é diferente do genérico tradicional. Neste, faz-se apenas uma substituição geracional, substituindo todos ou quase todos os elementos da população sem se preocupar com a diversidade. No algoritmo Chu-Beasley, a substituição acontece em cada passo, sendo que apenas um elemento da população corrente é substituído. Assim, permitem-se produzir descendentes melhores, usando um processo de otimização local do descendente gerado e se permite ainda o controle absoluto da diversidade dos elementos da população corrente, o que não acontece na proposta do algoritmo genético tradicional com a substituição geracional.

No AGCB, implementa-se uma fase de melhoria local do descendente gerado. Esta fase se divide na fase de melhoria da infactibilidade e a fase da melhoria da qualidade. Então, se o descendente gerado for infactível, deve-se tentar tornar factível o que nem sempre é possível. Deve-se também melhorar a qualidade do descendente, procurando na vizinhança do descendente que está sob avaliação.

No AGCB, a substituição de um elemento da população corrente pelo descendente gerado garante a diversidade em que todos os elementos na população corrente são diferentes. Se o descendente gerado for igual a um elemento da população, esse descendente é descartado. E, se o descendente gerado tiver uma infactibilidade menor que a infactibilidade do elemento da população com maior infactibilidade, efetua-se a substituição. Caso contrário, o elemento gerado é descartado e, se o descendente gerado for factível, este substitui o elemento da população de maior infactibilidade.

O descendente gerado poderá fazer parte da população se for diferente de todos os elementos da população e se for de melhor qualidade do que alguns dos elementos da população, verificando-se a infactibilidade e a qualidade da função objetivo das propostas de soluções factíveis. Nesse contexto, utiliza-se o vetor *unfitness* que armazena e ordena as soluções infactíveis, e o vetor *fitness* armazena e ordena as soluções factíveis.

Na proposta de substituição do AGCB, todos os elementos da população são diferentes e as soluções infactíveis são descartadas cada vez que é gerada uma solução factível. Por intermédio desse processo, facilmente se chega a ter uma população corrente com todos os elementos factíveis. A melhoria do processo é uma constante porque sempre, que se encontra uma solução de melhor qualidade, elimina-se a solução de pior qualidade.

Em resumo, o descendente gerado pode entrar na população se for diferente de todos os elementos da população e se for mais promissor que algum dos elementos da população, considerando-se primeiro a infactibilidade e depois a qualidade das funções objetivo das propostas de solução factíveis. Nesse contexto, o *unfitness* é usado para ordenar os elementos da população que são infactíveis e, como medida de infactibilidade, o *fitness* representa apenas a função objetivo original do problema e é usado para

ordenar propostas de solução factíveis, assim como ocorre no processo de seleção.

A proposta de substituição do AGCB tem vários aspectos relevantes, tais como: (i) todos os elementos da população são diferentes, (ii) a lógica de substituição incrementa o número de elementos factíveis porque as propostas de solução infactíveis são as primeiras a serem descartados, isto é, sempre que se gera uma solução factível, elimina-se uma proposta de solução infactível, caso ainda existam propostas de solução infactíveis na população corrente, (iii) decorrente da observação anterior, o processo encontra uma população corrente apenas com soluções factíveis e esse estágio pode ser atingido em um tempo que depende do tipo de problema e da estratégia de melhoria local, (iv) as melhores soluções sempre são preservadas porque, em cada processo de substituição, elimina-se apenas a solução de pior qualidade. A última observação significa que a estratégia funciona melhor que o elitismo dos algoritmos genéticos tradicionais. Entretanto, a grande vantagem do AGCB é o controle absoluto da diversidade. Assim, em problemas altamente complexos e com grande dificuldade de se encontrarem soluções factíveis, pode ser interessante aumentar o tamanho da população, permitindo armazenar soluções factíveis de composição genética diversificada. A proposta de controle de diversidade pode ser estendida como é sugerido neste trabalho.

3.4 Meta-heurística Proposta

O algoritmo genético de Chu-Beasley é dirigido para resolução de problemas complexos de otimização. Neste caso de grade horária, a proposta é modificada em três pontos fundamentais: (1) na geração da população inicial, (2) na fase de melhoria local do descendente gerado e (3) no incremento do controle da diversidade.

1. A geração da população inicial é feita usando algoritmos heurísticos e estratégias adicionais simples, para que conduzam todas as soluções iniciais à factibilidade, tornando assim, a função do vetor *fitness* da proposta de Chu-Beasley pouco ativo ou irrelevante.
2. Na fase de melhoria local, é usado algoritmos heurísticos rápidos e eficientes, que, na maioria dos casos, eliminam a infactibilidade dos descendentes gerados, melhorando assim a qualidade da função objetivo, o que, na maioria das vezes, não acontece na proposta convencional de Chu-Beasley.
3. No que se refere ao controle da diversidade, a proposta Chu-Beasley se limita apenas a verificar se todos os elementos são diferentes, o que não é suficiente para resolução de problemas complexos, como no caso de programação de horários, objeto deste trabalho. A proposta visa estender a diversidade, a fim de que um descendente possa entrar na população corrente se atender aos requisitos de diversidade, se for de melhor qualidade que a solução armazenada de pior qualidade e se for diferente de cada um dos elementos da população em um número mínimo de elementos do vetor de codificação.

A metaheurística proposta pode ser resumida nos seguintes passos:

1. especificar os parâmetros de controle (tamanho da população, taxa de recombinação, taxa de mutação, etc);
2. especificar características genéricas do algoritmo, tais como tipo de codificação, montagem da população inicial, manipulação de inactibilidades, escolha de seleção por torneio, etc;
3. encontrar uma população inicial usando algoritmos heurísticos eficientes, robustos e rápidos, a fim de priorizar o uso de algoritmos que geram apenas soluções factíveis; montar o *fitness* e *unfitness* da população inicial;
4. realizar a seleção por torneio para escolher apenas duas soluções geradoras;
5. realizar a recombinação e preservar apenas um descendente;
6. realizar mutação do descendente preservado;
7. realizar uma fase de melhoria local do descendente preservado usando algoritmos heurísticos eficientes;
8. decidir se o descendente melhorado pode entrar na população substituindo um elemento da população após verificar o teste de substituição;
9. se o critério de parada não for satisfeito, voltar ao passo 4, caso contrário, terminar o processo.

3.4.1 Teste de Substituição

Para que um descendente entre na população corrente, deve satisfazer um teste de substituição. Para executar o teste, inicialmente, percorre-se o vetor de *fitness* e *unfitness* e armazena-se o valor dos seguintes parâmetros: $n_{unf} = \{0, 1, n_{unf}^*\}$ em que $n_{unf} = 0$ indica que não existem soluções inactíveis na população corrente, $n_{unf} = 1$ indica que existem soluções inactíveis mas o descendente tem maior inactibilidade que todas elas e $n_{unf} = n_{unf}^*$ indica a posição da solução com maior inactibilidade no vetor *fitness* (maior que a inactibilidade do descendente), $n_{fit} = \{1, n_{fit}^*\}$ em que $n_{fit} = 1$ indica que todas as soluções da população são melhores que o descendente e $n_{fit} = n_{fit}^*$ indica a posição da solução de pior qualidade na população e também de menor qualidade que o descendente e, portanto, candidato a ser retirado. Também, deve-se usar um vetor auxiliar n_{aux} para armazenar a posição das soluções da população que não satisfazem o critério de diversidade com o descendente, assim como o tamanho kn , que define o número de soluções que não satisfazem o critério de diversidade. A preservação da diversidade pode, ocasionalmente, mudar o tamanho da população. Assim, n_{pop} especifica o tamanho da população ideal (tamanho da população inicial) e n_{pc} o tamanho da população corrente.

Com os parâmetros especificados, o teste de diversidade que determina o processo de substituição de um elemento da população por um descendente, assume a seguinte forma:

1. percorrer os vetores *fitness* e *unfitness*, encontrar o valor dos parâmetros de controle e verificar se o descendente satisfaz o critério de diversidade;

2. se o descendente não satisfaz o critério de diversidade ($kn \neq 0$), deve-se fazer seguinte:
 - (a) se o descendente gerado for factível ($n_{unf} = 0$) e a função objetivo desse descendente melhor que todas as soluções que não satisfazem o critério de diversidade, deve-se então incorporar o descendente na população e eliminar todas as kn soluções que não satisfazem o critério de diversidade, fazer $n_{pc} = n_{pc} - kn + 1$ e ir ao passo 6.
 - (b) Caso contrário, eliminar o descendente gerado e ir ao passo 6.
3. Se o descendente satisfaz o critério de diversidade fazer seguinte:
 - (a) se $n_{pc} < n_{pop}$ então incorporar o descendente na população, fazer $n_{pc} = n_{pc} + 1$ e ir ao passo 6.
 - (b) Caso contrário, ir ao passo 4.
4. Se o descendente for infactível, fazer seguinte:
 - (a) se não existem soluções infactíveis ($n_{unf} = 0$) elimina-se o descendente gerado e vai para ao passo 6, caso contrário, segue para o passo 4(b);
 - (b) se existem soluções infactíveis ($n_{unf} \neq 0$) mas todas têm menor infactibilidade que o descendente gerado ($n_{unf} = 1$), elimina-se o descendente gerado e vai para o passo 6, caso contrário, segue para o passo 4(c);
 - (c) caso contrário, $n_{unf} = n_{unf}^*$ e existe uma solução com maior infactibilidade que do descendente gerado e localizado na posição n_{unf}^* ; incorporar o descendente gerado na população retirando a solução que se encontra na posição n_{unf}^* e ir para o passo 6.
5. Se o descendente gerado for factível, deve fazer o seguinte:
 - (a) se existem soluções infactíveis, então $n_{unf} = n_{unf}^*$, nesse caso, substituir a solução infactível localizada na posição n_{unf}^* pelo descendente gerado e ir para o passo 6, caso contrário, ir para o passo 5(b);
 - (b) se todas as soluções factíveis são de melhor qualidade, $n_{fit} = 1$, deve-se então eliminar o descendente gerado e vai para o passo 6, caso contrário, segue para o passo 5(c);
 - (c) Se existe uma solução factível de pior qualidade localizada na posição n_{fit}^* , incorporar o descendente gerado na população trocando com a solução armazenada na posição n_{fit}^* da população e ir para o passo 6.
6. Terminar o processo de substituição, atualizando alguns parâmetros e a solução incumbente, se for o caso.

4 O ALGORITMO GENÉTICO ESPECIALIZADO PARA O PROBLEMA DE GRADE HORÁRIA

Neste Capítulo, é apresentado de forma mais detalhada o algoritmo genético de Chu-Beasley aplicado ao problema de programação de grade horária. Assim, as informações específicas, tais como a forma de codificação do problema, de manipulação dos dados de entrada, bem como de apresentação dos dados de saída são relacionados com a implementação do algoritmo.

4.1 *Algoritmo Genético de Chu-Beasley aplicado ao Problema de Programação Ótima de Horários*

O objetivo de esta seção é apresentar, de forma detalhada, as principais características do algoritmo genético desenvolvido, a fim de possibilitar que a proposta apresentada seja verificada por outros pesquisadores.

O algoritmo genético Chu-Beasley usado neste trabalho para resolver o problema de programação ótima de horários tem os seguintes passos:

1. seleção da codificação e os parâmetros de controle do algoritmo (tamanho da população, número de gerações, tipo de seleção);
2. geração da população inicial;
3. cálculo da função objetivo e da função *fitness* da população;
4. processo de seleção para definir dois indivíduos a partir dos quais serão gerados dois novos descendentes;
5. processo de recombinação para gerar dois indivíduos e escolher um dos descendentes;
6. fase de busca local para correção de infactibilidades e melhoramento da função objetivo do descendente escolhido;
7. atualização da população, avaliando a possibilidade de que o descendente escolhido e melhorado seja incorporado na população corrente, desde que atenda aos critérios de qualidade e diversidade;
8. avaliação do critério de parada.

4.2 Dados do Problema

Para ilustrar o problema de programação de horários, vamos mostrar os dados de um pequeno exemplo formado por 4 eventos, 3 características, 2 salas de aula e 5 estudantes, como se pode conferir no quadro apresentado pela figura 3

Horas disponíveis para a programação dos eventos (disciplinas). Em problemas típicos como os da competição internacional, os eventos são programadas em 5 dias, sendo 9 horas por dia. No exemplo ilustrativo, escolhemos apenas 9 horas de um dia para realizar a programação.

Uma matriz que relaciona os eventos (as disciplinas) com as características necessárias para a realização desse evento. Essa matriz, a que chamaremos de matriz A , assume, no exemplo ilustrativo, a forma apresentada na figura 3

Figura 3 - Representação que relaciona os eventos com as características que requerem

| | | Características | | | | |
|-------|---|------------------------|---|---|---|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| $A =$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | Eventos |
| | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | |
| | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | |
| | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Na informação de características, aparecem as informações relacionadas com as características da sala de que precisa o evento (disciplina), como, por exemplo, sala de aula, disponibilidade de equipamento de multimídia ou laboratório.

Analisando a matriz A , observamos, por exemplo, que o evento 1 precisa de um ambiente adequado a característica 1, e o evento 3 precisa de um ambiente que seja adequado às características 2 e 3. Assim, se o valor de $A(i, j) = 1$, significa que o evento i precisa de um ambiente que seja adequado à característica j . Caso esse valor seja igual a zero, então o evento i pode ser programado em um ambiente que não corresponda à característica j .

Uma matriz que relaciona as salas (ambientes) com as características dessas salas. é chamada de matriz B , a qual assume, para o exemplo ilustrativo, a forma apresentada na figura 4.

Figura 4 - Matriz B: salas - características para exemplo ilustrativo

| | | Características | | | |
|-------|---|------------------------|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| $B =$ | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | 0 | 1 | 1 | 2 | |

Salas de aula

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Na informação de características, aparecem informações relacionadas com as características da sala, como, por exemplo, sala de aula, disponibilidade de equipamento de multimídia ou laboratório. Deve-se observar que as características exigidas pelo evento precisa estar disponíveis na sala escolhida para esse evento. Obviamente, a sala escolhida para um evento pode ter características adicionais mínimamente exigidas pelo evento. Por exemplo, um evento que exige uma sala de aula simples pode ser alocada em uma sala de aula com multimídia.

Analisando a matriz B , podemos verificar que a sala 2 possui (está equipada) as características 2 e 3. Assim, o valor de $B(i, j) = 1$, significa que a sala i possui a característica j . Se o valor for zero, então a sala i não possui a característica j .

Deve-se construir um vetor que informa sobre a capacidade (número de cadeiras na sala ou ambiente) das salas. Esse vetor, a que chamaremos de vetor c , assume, para o exemplo ilustrativo, a seguinte forma apresentado na figura 5

Figura 5 - Vetor c: sala - capacidade para exemplo ilustrativo

| | | Capacidade da sala | | |
|-------|---|---------------------------|-------------|--|
| | | 1 | 2 | |
| $c =$ | 3 | 4 | Sala | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Ao analisar o vetor c , pode-se concluir que a sala 2 tem capacidade para acomodar 4 alunos. Assim, se o valor de $c(k) = p$, então a sala k tem capacidade para atender p alunos.

Existe também uma matriz que relaciona os eventos (as disciplinas) com os estudantes. Essa matriz, a que chamaremos de matriz D , assume, para o exemplo ilustrativo, a forma apresentada na figura 6.

Figura 6 - Matriz D: eventos - estudantes para exemplo ilustrativo

| | | Estudantes | | | | | |
|-------|---|-------------------|---|---|---|---|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| $D =$ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | Eventos |
| | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Ao analisar a matriz D , pode-se concluir, por exemplo, que o estudante 1 pretende participar dos eventos 1 e 2, e o estudante 2 pretende participar dos eventos 2, 3 e 4. Assim, se o valor de $D(i, j) = 1$, significa que o estudante j pretende participar do evento i . Os dados apresentados nas matrizes A , B e D e no vetor c podem ser representados de forma mais eficiente, como apresentados na Tabela 6.

Tabela 1 - Dados de entradas para exemplo ilustrativo

| Evento | No. de alunos | Identificação dos alunos |
|--------|---------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 1 3 |
| 2 | 3 | 1 2 4 |
| 3 | 3 | 2 4 5 |
| 4 | 4 | 2 3 4 5 |

| Evento | No. de salas | Identificação das salas |
|--------|--------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 1 2 |
| 3 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 2 |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Dessa forma, na programação implementada, os dados de entrada assumem a forma apresentada na Tabela 1.

4.3 Restrições do Problema de Programação de Horários

No problema de programação de horários, existem dois tipos de restrições: (i) restrições obrigatórias, que devem ser necessariamente cumpridas por toda proposta de solução, e (ii) restrições não obrigatórias, mas desejáveis de que sejam cumpridas, porém não precisam ser cumpridas por toda proposta de solução. Assim, entre todas as propostas de soluções que cumprem com as restrições obrigatórias, a melhor delas é aquela proposta de solução cujo menor número de restrições não obrigatórias são violadas.

Neste trabalho, consideram-se as seguintes restrições obrigatórias:

1. dois ou mais eventos não podem ser programados na mesma sala e no mesmo horário. Este tipo de restrição será chamado de RO_1 ;
2. a sala programada para um evento deve possuir as características requeridas pelo evento e a capacidade suficiente para acomodar os estudantes matriculados no evento (disciplina). Este tipo de restrição será chamado de RO_2 ;
3. um estudante não pode ser programado em mais de um evento no mesmo horário. Este tipo de restrição será chamado de RO_3 .

Neste trabalho, consideram-se as seguintes restrições não obrigatórias, mas desejáveis de serem cumpridas:

1. um estudante não deveria ser submetido à programação de mais de dois eventos consecutivos, isto é, não é desejável que um estudante tenha programado 3 ou mais eventos consecutivos. Este tipo de restrição será chamado de RD_1 ;
2. um estudante não deveria ter programado apenas um evento em um dia. Este tipo de restrição será chamado de RD_2 ;
3. um estudante não deveria ser submetido à programação no último horário do dia. Este tipo de restrição será chamado de RD_3 .

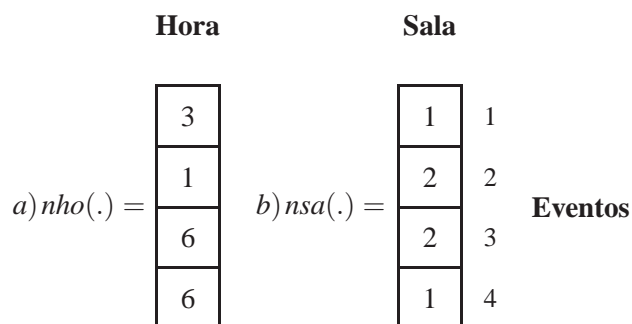
4.4 Codificação de uma Proposta de Solução

Para resolver um problema usando as meta-heurísticas, deve-se especificar uma proposta de codificação ou de representação do problema que permite identificar um elemento do espaço de busca de forma única, bem como encontrar o valor da função objetivo e verificar as possíveis infactibilidades. Adicionalmente, a forma de codificação deve permitir que seja definida de forma clara a vizinhança da

solução corrente e que sejam implementados os operadores genéticos ou operadores equivalentes, no caso do algoritmo genético.

Para o problema de programação de horários, uma proposta de solução deve ser representada em dois vetores de dimensão *neve*, em que *neve* é o número de eventos. Assim, para o exemplo ilustrativo, cujos dados são mostrados nas matrizes *A*, *B*, *D* e no vetor *c* ou seja, melhor ainda, na Tabela 3, uma proposta de solução assume a forma apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Representação de uma proposta de solução usando os vetores *nho* e *nsal* do evento para exemplo ilustrativo a) vetor *nho*(.): eventos-horas para exemplo ilustrativo. b) vetor *nsa*(.): evento-sala para exemplo ilustrativo.



(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Existe outra forma de realizar a codificação do problema de grade horária. Essa proposta tem a forma de arranjo matricial de dimensão *nsal* × *nhr* em que *nsal* é o número de salas e *nhr* é o número de horas disponíveis na programação semanal. Esta proposta apresenta a vantagem de mostrar de forma mais simples os espaços disponíveis da grade horária. Assim, uma forma alternativa de codificação, para uma proposta de solução do problema apresentado na Tabela 3, assume a seguinte forma:

Figura 8 - Matriz sala -aulas para exemplo ilustrativo

| | | | | | | | | | | |
|-------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hora | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Sala | 1 | | | 1 | | | 4 | | | |
| | 2 | 2 | | | | | 3 | | | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

4.5 Formulação da Função Objetivo

No problema de programação de horários, a função objetivo deve ser quantificada como uma medida das infactibilidades obrigatórias e não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas. Assim, a função objetiva assume a seguinte forma:

$$\min v = \alpha_v NRO + \beta_v NRD \quad (19)$$

em que NRO é o número de restrições obrigatórias de uma proposta de solução; NRD é o número de restrições não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas de uma proposta de solução e α e β são parâmetros que devem ser escolhidos. Neste trabalho, considerar-se-á que uma proposta de solução não deva ter restrições obrigatórias. Adicionalmente, será considerado que entre as propostas de solução que não têm restrições obrigatórias violadas então a melhor delas é aquela que tem o menor número de restrições não obrigatórias (mas desejáveis de serem cumpridas) violadas. Por esse motivo, os valores iniciais usados neste trabalho são os valores de $\alpha_v = 1000$ e $\beta_v = 1$.

4.6 Determinação da Função Objetivo

Para solução do problema de programação de horários, define-se como tarefa fundamental a determinação do valor da função objetivo de uma proposta de solução conhecida. Essa tarefa deve ser realizada de forma rápida e eficiente em termos de tempo de processamento. Para ganhar intimidade, serão apresentadas as funções de 3 propostas de solução para o exemplo ilustrativo mostrado anteriormente. Para resolver os exemplos ilustrativos, apresenta-se, de forma resumida, a forma em que se determina cada parcela da função objetivo.

1. Encontrando as restrições obrigatórias tipo 1 (RO_1)

Para encontrar o número de restrições obrigatórias tipo 1, apenas é necessário analisar a proposta de solução armazenada nos vetores $nho(\cdot)$ e $nsa(\cdot)$. Assim, verifica-se que $nho(i) = nho(k)$ e $nsa(i) = nsa(k)$, então e que os eventos i e k foram programados na mesma sala e na mesma hora, existindo, portanto, conflito tipo 1.

2. Encontrando as restrições obrigatórias tipo 2 (RO_2)

Para encontrar o número de restrições obrigatórias tipo 2, é necessário analisar o vetor $nsa(\cdot)$ da proposta de solução, as matrizes A e B e, o vetor c . Uma forma mais eficiente de trabalhar neste item consiste em substituir as matrizes A e B pela matriz AB , sendo esta uma matriz estática (montada uma única vez), cuja montagem será mostrada na sequência.

para verificar se existe conflito entre as características do evento e as características da sala, sabe-se que para o evento i então $nsa(i)$ indica a sala atribuída ao evento. Nesse contexto, se a posição $(i, nsa(i))$ da matriz AB é igual a 1, configura-se que não existe conflito entre as características

do evento e as características da sala. Portanto, não existe conflito entre evento i e a sala $nsa(i)$ atribuída.

Para verificar se a capacidade da sala comporta o evento, deve-se comparar, para cada evento, percorrendo o vetor $nsa(\cdot)$, para cada evento i , se o número de alunos no evento, armazenado em $DM(i, i)$ é maior que a capacidade da sala, armazenada em $c(nsa(i))$. Caso seja maior, então existe conflito entre evento e a capacidade da sala; caso contrário, não existe conflito.

Nesse caso, o teste verifica apenas se existe ou não conflito. Assim, quando aparece um dos dois conflitos (violação das características exigidas pelo evento ou violação da capacidade da sala), o algoritmo indica uma violação da restrição RO_2 e não analisa a segunda possibilidade.

3. Encontrando as restrições obrigatórias tipo 3 (RO_3)

Para encontrar o número de restrições obrigatórias tipo 3, é necessário analisar o vetor $nho(\cdot)$ da proposta de solução e a matriz DM . Ao percorrer o vetor $nho(\cdot)$, verifica-se que $nho(i)$ é igual a $nho(k)$ então os eventos i e k estão programados na mesma hora. Logo, o valor armazenado em $DM(i, k)$ determina o número de alunos que têm eventos i e j programados no mesmo horário.

4. Encontrando as restrições não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas de tipo 1 (RD_1)

As restrições que não são obrigatórias de serem cumpridas, mas desejáveis de que sejam cumpridas, podem ser encontradas simultaneamente. Trata-se de uma alternativa que consiste em montar a matriz auxiliar de horário dos estudantes DH para a proposta de solução, como será mostrado mais adiante. Analisando essa matriz, pode-se, de forma simultânea, encontrar o número de restrições violadas não obrigatórias, mas desejáveis. Obviamente, cada tipo de restrição pode ser analisado usando três laços de programação diferentes, todavia o esforço de processamento pode aumentar de forma significativa.

Outra alternativa mais eficiente, consiste em montar a matriz auxiliar DR para cada proposta de solução, como será apresentado mais à frente. Essa matriz de menor dimensão exige menor tempo de processamento. Deve-se observar que a programação desse módulo com a matriz DR é mais trabalhosa.

5. Encontrando as restrições não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas de tipo 2 (RD_2)

Pode ser encontrada apenas analisando a matriz auxiliar DH do horário dos estudantes para cada proposta de solução, ou também analisando a matriz DR dos estudantes para cada proposta de solução.

6. Encontrando as restrições não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas de tipo 3 (RD_3)

pode ser encontrada apenas analisando a matriz auxiliar DH do horário dos estudantes para cada proposta de solução ou também analisando a matriz DR dos estudantes para cada proposta de solução que também são usadas nos dois casos anteriores.

Caso sejam desenvolvidos módulos diferentes de programação para cada tipo de restrição não obrigatória mas desejável de serem cumpridas, então a restrição RD_3 pode ser mais rapidamente encontrada

ao analisar apenas o vetor $nho(\cdot)$. Assim, se para o evento i o valor de $nho(i)$ é múltiplo de 9, então o valor existente em $DM(i, i)$ indica o número de alunos que tem aula no último horário do dia.

Exemplo 1: A proposta de solução assume a seguinte forma apresentada na figura 9.

Figura 9 - Representação da proposta de solução. a) vetor $nho(\cdot)$: evento-hora para exemplo 1. b) vetor $nsa(\cdot)$: evento-sala para exemplo 1.

| Hora | | Sala | | |
|-------------|--|-------------|---|----------------|
| 3 | | 1 | 1 | Eventos |
| 1 | | 2 | 2 | |
| 6 | | 2 | 3 | |
| 6 | | 1 | 4 | |

$a) nho(\cdot) =$ $b) nsa(\cdot) =$

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Usando a segunda proposta de representação, a codificação assume a forma apresentada

Figura 10 - Matriz sala - hora para exemplo 1

| | | Hora | | | | | | | | |
|-------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Sala | 1 | | | 1 | | | 4 | | | |
| | 2 | 2 | | | | | 3 | | | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Neste caso a função objetivo assume a seguinte forma:

- $RO_1 = 0, RO_2 = 1, RO_3 = 3$
- $RD_1 = 0, RD_2 = 0, RD_3 = 0$
- $v = 4000.$

A solução proposta apresenta quatro restrições obrigatórias violadas (o evento 4 está programado em sala inadequada e os eventos 3 e 4, programados na mesma hora, têm 3 alunos comuns) e, portanto, representa uma proposta de solução inaceitável para implementação prática.

Exemplo 2: A proposta de solução assume a forma apresentada na figura 11

Figura 11 - Exemplo 2 - Representação de uma proposta de solução com cálculo das restrições e função objetivo. a) vetor $nho(.)$: eventos-horas para exemplo 2. b) vetor $nsa(.)$: eventos-sala para exemplo 2.

| | Hora | | Sala | | |
|---------------|-------------|--|-------------|---|----------------|
| $a) nho(.) =$ | 8 | | 1 | 1 | |
| | 9 | | 1 | 2 | |
| | 8 | | 2 | 3 | |
| | 7 | | 2 | 4 | |
| | | | | | Eventos |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Usando a segunda proposta de representação, a codificação da proposta de solução assume a forma na figura 12.

Figura 12 - Proposta de solução alternativa do exemplo 2

| | Hora | | | | | | | | |
|-------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Sala | 1 | | | | | | | 1 | 2 |
| | 2 | | | | | | 4 | 3 | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Neste caso a função objetivo assume a seguinte forma:

- $RO_1 = 0, RO_2 = 0, RO_3 = 0$
- $RD_1 = 0, RD_2 = 0, RD_3 = 3$

- $v = 3$

A solução proposta não apresenta restrições obrigatórias violadas e, portanto, representa uma proposta de solução aceitável para implementação prática. Entretanto, essa proposta de solução apresenta 3 restrições não obrigatórias violadas, mas seria desejável uma proposta sem restrições não obrigatórias violadas. Assim, essa proposta de solução pode ser implementada na prática, mas podem existir soluções melhores.

Exemplo 3: A proposta de solução assume a forma apresentada na figura 13.

Figura 13 - Exemplo 3 - Representação de uma proposta de solução com cálculo das restrições e função objetivo. a) vetor $nho(.)$: eventos-horas para exemplo 3. b) vetor $nsa(.)$: eventos-sala para exemplo 2.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|---|-------------|---|---|---------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| | Hora | | Sala | | | | | | | | | | | | | | |
| $a) nho(.) =$ | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 40px; height: 100px;"> <tr><td style="text-align: center;">8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td></tr> </table> | 8 | 5 | 8 | 7 | $b) nsa(.) =$ | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 40px; height: 100px;"> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td></tr> </table> | 1 | 1 | 2 | 2 | <table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 0 5px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">2</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 0 5px;">4</td></tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | Eventos |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Usando a segunda proposta de representação, a codificação da proposta de solução assume a seguinte forma:

Figura 14 - Proposta de solução alternativa do exemplo 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|
| | Hora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table style="border-collapse: collapse; width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2</td> <td style="padding: 0 10px;">3</td> <td style="padding: 0 10px;">4</td> <td style="padding: 0 10px;">5</td> <td style="padding: 0 10px;">6</td> <td style="padding: 0 10px;">7</td> <td style="padding: 0 10px;">8</td> <td style="padding: 0 10px;">9</td> </tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| Sala | <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; height: 60px;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | 1 | | | | | 2 | | | 1 | | 2 | | | | | | 4 | 3 | | | |
| 1 | | | | | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Neste caso a função objetivo assume a seguinte forma:

$$RO_1 = 0 \quad RO_2 = 0 \quad RO_3 = 0$$

$$RD_1 = 0 \quad RD_2 = 0 \quad RD_3 = 0$$

$$v = 0$$

A solução proposta não apresenta restrições obrigatórias violadas, e representando, portanto uma proposta de solução aceitável para implementação prática. Como essa proposta de solução não apresenta, adicionalmente, restrições, ela é considerada proposta de solução ótima.

4.7 Escolha de Matrizes Auxiliares

Para realizar determinados cálculos de forma mais eficiente e também para recuperar informações implícitas existentes na proposta de solução, pode ser oportuna a definição e escolha de matrizes auxiliares. As quais matrizes podem ajudar muito no trabalho de processamento. Algumas delas são estáticas (não mudam durante o processamento), e outras são dinâmicas, mudam durante o processamento.

4.7.1 Matriz eventos-salas

As informações existentes na matriz A (que relaciona os eventos com as características de requerimento de sala para esse evento) e na matriz B (que relaciona as salas com as características existentes nessas salas) podem ser compactadas em uma matriz a qual compete relacionar diretamente os eventos com as salas. Essa matriz informa quais são as salas em que pode ser programado cada evento. Assim, para o exemplo ilustrativo mostrado anteriormente usando a informação disponível nas matrizes A e B , pode-se montar a matriz AB mostrada na figura 15.

Figura 15 - Representação da matriz eventos-salas

| | | Salas | | |
|--------|---|--------------|---|----------------|
| | | 1 | 2 | |
| $AB =$ | 1 | 0 | 1 | |
| | 1 | 1 | 2 | |
| | 0 | 1 | 3 | Eventos |
| | 0 | 1 | 4 | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Na matriz AB , a posição (i, j) tem um valor 1, então o evento i pode ser programado na sala j . Da matriz AB , sabe-se que o evento 1 pode ser programado apenas na sala 1, o evento 2 pode ser programado nas salas 1 e 2 e os eventos 3 e 4 podem ser programados apenas na sala 2. A matriz AB é montada uma única vez e permanece estática durante o processo de otimização.

4.7.2 Matriz de estudantes comuns

No processo de otimização, faz-se necessário conhecer o número de alunos existentes em cada evento e o número de alunos comum que existem entre dois eventos. Apesar dessa informação estar disponível na matriz D , precisa de processamento para obtê-la. Como esse tipo de informação é constantemente requerida ao avaliar a função objetivo de uma proposta de solução, monta-se então a matriz DM a partir da informação armazenada na matriz D . Para o exemplo ilustrativo, com os dados armazenados na matriz D , a matriz DM assume a forma apresentada na figura 16.

Figura 16 - Representação da matriz estudantes comuns

| | | Eventos | | | | |
|--------|---|----------------|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| $DM =$ | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | |
| | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Na matriz DM , o valor da posição (i, i) informa o número de alunos matriculados no evento i e o valor da posição (i, j) informa o número de alunos comuns matriculados nos eventos i e j . Assim, na matriz DM mostrada, o evento 2 tem 3 alunos matriculados, e os eventos 2 e 3 têm 2 alunos em comum. Como a matriz DM também é estática, ela é montada uma única vez.

4.7.3 Matriz de horário dos estudantes

Para cada proposta de solução, pode-se precisar também do horário dos estudantes. Essa informação se encontra implícita depois que for encontrada uma proposta de solução identificado pelos vetores nho e nsa . Portanto, para obter essa informação de forma explícita, deve-se cruzar a informação existente na proposta de solução nos vetores nho e nsa com a informação existente na matriz D . Essa informação é armazenada na matriz DH e, para a proposta de solução, mostrado no Exemplo 2, assume a forma apresentada na Figura 17.

Figura 17 - Representação do horário dos estudantes

| | | Primeiro dia | | | | | | | | | |
|--------|--|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| $DH =$ | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Na matriz DH , se o valor da posição (i, j) for igual a 1, então o estudante i tem aula no horário j . Porém, se for 0, então o estudante i não tem aula no horário j .

A matriz DH pode ser usada para encontrar todas as restrições não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas que se encontram violadas. Trata-se de uma matriz dinâmica, isto é, existe uma matriz DH para cada proposta de solução.

4.7.4 Matriz de horário dos estudantes modificada

Para cada proposta de solução, pode-se precisar também do horário dos estudantes de forma que sejam encontradas de forma mais rápida as restrições não obrigatórias mas desejáveis de serem cumpridas que se encontram violadas (RD). Assim, sugere-se montar a matriz de horário dos estudantes modificada. Denominada matriz DR , essa matriz tem a mesma informação existente na matriz de horário dos estudantes, porém, de forma mais compacta.

Para cada proposta de solução, a matriz DR é montada usando a informação existente no vetor $nho(\cdot)$ e na matriz D . Cada linha da matriz DR indica a hora em que um aluno tem aula devido a um evento. Como o número de eventos dos estudantes é variável, então é necessário um vetor auxiliar $ndr(\cdot)$ que indica o número de eventos de que participa cada estudante.

A forma da matriz DR , para a proposta de solução mostrado no Exemplo 2, assume a forma mostrada na Figura 18.

Figura 18 - Representação do horário dos estudantes modificado a) Matriz DR: estudantes/hora da grade para o exemplo 2. b) vetor auxiliar ndr: número de eventos de cada estudante.

| | | Hora da grade | | | | | |
|----------|---|----------------------|---|---|-------------------|-----------|---|
| $a)DR =$ | 8 | 9 | | 1 | Estudantes | $b)ndr =$ | 2 |
| | 7 | 8 | 9 | 2 | | | 3 |
| | 7 | 8 | | 3 | | | 2 |
| | 7 | 8 | 9 | 4 | | | 3 |
| | 7 | 8 | | 5 | | | 2 |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Ao analisar a linha 1 da matriz DR e a posição 1 do vetor $ndr(\cdot)$, pode-se concluir que o aluno 1 está interessado em dois eventos programados nos horários 8 e 9 da grade horária para a proposta de solução analisada. Assim, a posição (i, j) da matriz DR para todo $j \leq ndr(i)$, assume o valor $DR(i, j) = p$, então o aluno i tem aula no horário p . Os elementos de uma linha da matriz DR devem ser ordenados de forma crescente para facilitar o cálculo do número de restrições não obrigatórias mais desejáveis que se encontram violadas.

4.8 Detalhes da Implementação do Algoritmo

Nesta seção, serão mostrados detalhes adicionais do algoritmo genético especializado aplicado ao problema de programação ótima de grade horária, tais como: a representação ou codificação de uma proposta de solução, a geração da população inicial, a implementação dos operadores genéticos, a fase de melhoria local, entre outros.

4.8.1 Representação de uma proposta de solução.

Como já foi mencionado anteriormente, neste trabalho. Foram usadas duas propostas de codificação ou de representação de uma proposta de solução. A primeira proposta consiste em representar uma proposta de solução usando dois vetores, e a segunda proposta consiste em representar uma proposta de solução usando um arranjo matricial. No arranjo matricial, aparece a sala e hora em que foi alocado cada evento.

Para as instâncias usadas em testes e para o caso em que existe uma grade horária com 45 horas disponíveis, 400 eventos e 10 salas de aula como, por exemplo, a instância II, uma proposta de solução

assume a forma mostrada no Quadro 1.

Quando se usa a forma vetorial de representação, utilizando dois vetores, essa mesma proposta de solução assume a forma apresentada na Figura 19.

Figura 19 - Representação de uma proposta de solução usando dados da instância II. a) vetor $nho(\cdot)$: eventos-horas para exemplo ilustrativo. b) vetor $nsa(\cdot)$: eventos-sala para exemplo ilustrativo.

| Hora | | Sala | | |
|-------------|----------------|-------------|-----|----------------|
| 43 | | 3 | 1 | |
| 35 | | 8 | 2 | |
| 5 | | 10 | 3 | |
| 2 | $nho(\cdot) =$ | 2 | 4 | Eventos |
| ⋮ | | ⋮ | ⋮ | |
| 12 | | 9 | 399 | |
| 1 | | 7 | 400 | |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

4.8.2 Representação de solução de um caso real

A Tabela 2 revela a solução factível encontrada para instância II. Os números encontrados no interior da tabela indica cada evento dessa instância, os números de 1 a 10 localizados na parte superior da tabela indicam a sala em que está programado o evento, e os números de 1 a 45 localizados na lateral da tabela indicam a hora que está programado o evento. Nota-se que as horas de 1 a 9 correspondem ao primeiro dia programado; as horas de 10 a 18 correspondem ao segundo dia programado; as horas de 19 a 27 correspondem ao terceiro dia programado; as horas de 28 a 36 correspondem ao quarto dia programado; e as horas de 37 a 45 correspondem ao quinto dia programado. Pode-se então afirmar, por exemplo, que os alunos matriculados no evento 400 devem assistir ao evento na hora 1 (primeira aula) na sala 7 no primeiro dia programado, ou os alunos matriculados no evento 90 devem assistir ao evento na hora 21 (terceiro dia programado e na terceira aula) na sala 5.

Verifica-se que, na Tabela 2, não fica explícito a violação das restrições do tipo RD_1 e RD_2 . No entanto, a restrição do tipo RD_3 fica implícita, são os eventos programados no nono horário do dia. Logo, verifica-se que os alunos matriculados no evento 47 que acontece na sala 2 na hora 9 do primeiro dia, os alunos matriculados no evento 234 que acontece na sala 2 na hora 18 (nona aula do segundo dia), os matriculados no evento 69 que acontece na sala 5 na hora 36 (nona aula do quarto dia), os alunos matriculados no evento 192 que acontece na sala 6 na hora 36 (nona aula do quarto dia) e os alunos matriculados no evento 151 que acontece na sala 3 na hora 45 (nona aula do quinto dia) violaram a

restrição RD_3 (Um estudante não deveria ser submetido à programação no último horário do dia).

Tabela 2 - Dados de entradas para exemplo ilustrativo

(continua)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 184 | 146 | 25 | 72 | 156 | 395 | 400 | 240 | 294 | 17 |
| 2 | 22 | 4 | 93 | 139 | 385 | 252 | 6 | 63 | 100 | 225 |
| 3 | 128 | 272 | 258 | 31 | 182 | 12 | 70 | 62 | 53 | 224 |
| 4 | 76 | 228 | 66 | 317 | 229 | 348 | 0 | 286 | 80 | 290 |
| 5 | 346 | 105 | 109 | 129 | 340 | 187 | 253 | 196 | 78 | 3 |
| 6 | 140 | 191 | 282 | 205 | 384 | 360 | 342 | 198 | 172 | 125 |
| 7 | 57 | 222 | 61 | 180 | 60 | 0 | 41 | 256 | 210 | 46 |
| 8 | 36 | 189 | 255 | 175 | 179 | 374 | 167 | 56 | 168 | 233 |
| 9 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 275 | 352 | 104 | 215 | 145 | 393 | 26 | 334 | 68 | 153 |
| 11 | 33 | 367 | 380 | 110 | 134 | 64 | 214 | 267 | 13 | 277 |
| 12 | 65 | 92 | 260 | 14 | 163 | 356 | 21 | 0 | 399 | 278 |
| 13 | 325 | 261 | 249 | 262 | 28 | 394 | 223 | 297 | 208 | 102 |
| 14 | 264 | 365 | 91 | 58 | 281 | 305 | 204 | 77 | 89 | 269 |
| 15 | 209 | 328 | 241 | 5 | 271 | 201 | 159 | 166 | 232 | 0 |
| 16 | 288 | 121 | 103 | 336 | 382 | 111 | 218 | 299 | 55 | 358 |
| 17 | 9 | 307 | 370 | 16 | 176 | 391 | 87 | 268 | 322 | 350 |
| 18 | 0 | 234 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 48 | 174 | 203 | 162 | 383 | 158 | 188 | 323 | 216 | 231 |
| 20 | 327 | 132 | 368 | 379 | 339 | 398 | 221 | 284 | 143 | 295 |
| 21 | 45 | 280 | 150 | 266 | 90 | 34 | 95 | 335 | 23 | 239 |
| 22 | 32 | 20 | 75 | 242 | 387 | 52 | 10 | 71 | 67 | 8 |
| 23 | 161 | 287 | 236 | 131 | 369 | 349 | 248 | 313 | 84 | 396 |
| 24 | 296 | 298 | 326 | 113 | 18 | 11 | 199 | 173 | 178 | 29 |
| 25 | 120 | 207 | 211 | 257 | 15 | 390 | 155 | 171 | 292 | 37 |
| 26 | 306 | 318 | 136 | 39 | 312 | 183 | 361 | 82 | 329 | 200 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 193 | 219 | 371 | 246 | 245 | 392 | 54 | 114 | 137 | 27 |
| 29 | 81 | 19 | 160 | 314 | 254 | 217 | 30 | 308 | 355 | 357 |
| 30 | 73 | 276 | 344 | 338 | 40 | 230 | 195 | 270 | 88 | 97 |
| 31 | 315 | 42 | 86 | 293 | 386 | 289 | 141 | 377 | 300 | 170 |
| 32 | 363 | 165 | 154 | 94 | 135 | 226 | 148 | 124 | 366 | 112 |
| 33 | 362 | 274 | 378 | 122 | 389 | 24 | 220 | 303 | 283 | 144 |
| 34 | 243 | 309 | 186 | 381 | 164 | 7 | 123 | 302 | 115 | 259 |

| | (conclusão) | | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 35 | 311 | 119 | 181 | 133 | 359 | 74 | 177 | 2 | 319 | 49 |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 | 192 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 157 | 333 | 147 | 375 | 126 | 99 | 227 | 127 | 38 | 341 |
| 38 | 235 | 343 | 279 | 206 | 202 | 273 | 310 | 330 | 247 | 244 |
| 39 | 250 | 265 | 101 | 96 | 316 | 152 | 35 | 51 | 301 | 291 |
| 40 | 98 | 285 | 373 | 331 | 237 | 353 | 212 | 320 | 263 | 83 |
| 41 | 197 | 138 | 372 | 106 | 185 | 397 | 251 | 79 | 142 | 194 |
| 42 | 321 | 43 | 332 | 238 | 118 | 117 | 44 | 337 | 169 | 190 |
| 43 | 108 | 324 | 1 | 376 | 388 | 149 | 85 | 130 | 107 | 213 |
| 44 | 304 | 0 | 59 | 364 | 351 | 347 | 50 | 116 | 345 | 354 |
| 45 | 0 | 0 | 151 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: Dados de pesquisa do próprio autor

4.8.3 Geração da população inicial.

Com o objetivo de gerar a população inicial, é utilizado um algoritmo heurístico construtivo que programa de forma prioritária os eventos que têm menor número de salas habilitadas. Assim, na primeira iteração, são programados os eventos que somente têm uma sala habilitada. De forma aleatória, é selecionado um bloco de tempo sempre que, nessa hora, a sala esteja livre e não sejam gerados cruzamentos nos horários dos alunos.

Na segunda iteração, tentam-se programar os eventos que podem ser efetuados em duas salas, escolhendo de forma aleatória uma em qualquer hora disponível, desde que não gerem cruzamentos nos horários dos alunos. Dessa forma, nas seguintes iterações, são programados os eventos segundo a ordem crescente de salas habilitadas para os eventos. A vantagem de gerar soluções iniciais usando o critério de salas habilitadas é que os eventos com um menor número delas são programados nas primeiras iterações. Isso faz com que o número de violações da condição de uma sala adequada para o evento seja reduzido, assim como são evitados cruzamentos nos horários dos alunos.

Se alguns eventos não forem programados devido ao cruzamentos nos horários dos alunos, aqueles são programados esses eventos, numa segunda fase do algoritmo heurístico construtivo, em salas habilitadas e em blocos de tempo disponíveis, mesmo que apareçam cruzamentos nos horários dos alunos. Uma terceira fase do algoritmo heurístico construtivo avalia os eventos ainda não programados, definindo para cada evento uma sala disponível, embora não habilitada para o evento. A quarta fase do algoritmo heurístico construtivo considera os últimos eventos programados em salas não habilitadas e tenta fazer uma troca de salas com outros eventos, de forma que, ao final dessa troca, ambos os sejam programados em salas habilitadas. Assim, o algoritmo heurístico construtivo fornece uma configuração inicial com todos os eventos devidamente programados. Essa configuração apresenta poucas ocorrências de eventos em salas não habilitadas (compatibilidade entre eventos e salas), podendo existir cruzamentos de horários

para os alunos. O algoritmo é executado n_{pop} vezes, para gerar a população inicial.

4.8.4 Processo de seleção.

O operador de seleção utilizado neste trabalho permite definir dois indivíduos como pais por meio do esquema de torneio. Assim, são efetuados dois torneios em que são selecionados aleatoriamente n_{tor} indivíduos, e o ganhador de cada torneio é aquele com melhor função objetivo.

4.8.5 Processo de recombinação

Para fazer a recombinação da informação das configurações dos pais, é determinado, aleatoriamente, um ponto nos vetores que armazenam as propostas de solução a partir do qual são trocados os genes para gerar duas configurações filhas. No exemplo mostrado na Figura 21, o ponto de recombinação fica no terceiro evento. Na Figura 22, são mostrados os indivíduos filhos gerados com a recombinação dos pais da Figura 21.

Figura 20 - Exemplo de recombinação.

| | | eventos | | | | |
|------|--|---------|---|----|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sala | | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Hora | | 12 | 7 | 3 | 4 | 1 |
| Sala | | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Hora | | 3 | 5 | 11 | 9 | 6 |

Recombinação

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Figura 21 - Resultado do exemplo de recombinação.

| | | eventos | | | | |
|------|--|---------|---|----|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sala | | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Hora | | 12 | 7 | 11 | 9 | 6 |
| | | | | | | |
| Sala | | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Hora | | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 |

Resultado da recombinação

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

4.8.6 Fase de melhoria local.

Na fase de melhoria ou busca local, são resolvidas as infeasibilidades que podem aparecer após o processo de recombinação, destacando-se, entre elas, salas com dois eventos simultâneos. Após a solução das infeasibilidades, a busca local é feita considerando uma vizinhança gerada através do intercâmbio de eventos na mesma sala em horas diferentes, e o deslocamento de um evento para outra sala numa hora disponível. Na Figura 23, é mostrada uma configuração representada segundo o horário das salas, considerando um evento candidato para efetuar a busca local. Na Figura 24, é ilustrada a troca de horário dos eventos na mesma sala, enquanto na Figura 25 é mostrado um possível deslocamento do evento candidato para outra sala numa hora disponível. Após avaliar exaustivamente a vizinhança, o algoritmo de busca local seleciona o melhor vizinho, tornando ele a solução atual. Repete-se o mesmo procedimento durante um tempo de t_{local} segundos.

Figura 22 - Exemplo de candidato na fase de busca local

| | | Horas | | | | | | | | |
|-------|---|-------|----|---|---|----|----|----|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Salas | 1 | 10 | 14 | 2 | | 17 | 8 | 11 | 3 | |
| | 2 | | 18 | 6 | | ④ | 1 | | | 15 |
| | 3 | 5 | 13 | 9 | | | 12 | 7 | | 16 |

Busca local

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Figura 23 - Troca de eventos na mesma sala na fase de busca local

| | | Horas | | | | | | | | |
|-------|---|-------|----|---|---|----|----|----|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Salas | 1 | 10 | 14 | 2 | | 17 | 8 | 11 | 3 | |
| | 2 | | ④ | 6 | | ⑱ | 1 | | | 15 |
| | 3 | 5 | 13 | 9 | | | 12 | 7 | | 16 |

Troca na fase de busca local

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Figura 24 - Deslocamento de um evento na fase de busca local

| | | Horas | | | | | | | | |
|-------|---|-------|----|---|---|----|----|----|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Salas | 1 | 10 | 14 | 2 | | 17 | 8 | 11 | 3 | |
| | 2 | | 18 | 6 | | ○ | 1 | | | 15 |
| | 3 | 5 | 13 | 9 | | | 12 | 7 | ④ | 16 |

Deslocamento na fase de busca local

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

4.8.7 Atualização da população.

Cada indivíduo gerado a partir da recombinação das configurações dos pais selecionados e melhorados por meio da busca local pode ser inserido na população, se for possível substituir essa proposta de

solução por outro elemento da população que apresente a diversidade em relação aos demais membros da população. A diversidade consiste em revelar a pior função *fitness* e manter o novo indivíduo tenha pelo menos um número k_{div} de genes diferentes em relação a todos os indivíduos da população. Essa condição imposta na atualização da população impede sua homogeneização.

4.8.8 Critério de parada.

O critério de parada usado no método proposto foi o número preestabelecido de gerações para o algoritmo genético, n_{ger} .

5 TESTES E RESULTADOS

Foram realizados testes com quatro instâncias disponíveis na competição internacional. Os dados completos dessas instâncias (quatro casos independentes) se encontram nos Apêndices A a D. Três dessas instâncias apresentam 400 eventos, 10 salas de aula disponíveis e 200 alunos. O quarto caso apresenta 350 eventos, 10 salas de aula disponíveis e 350 alunos. Os dados gerais dessas instâncias são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados dos Sistemas Testados - Instâncias.

| Instância | I | II | III | IV |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| Eventos | 400 | 400 | 400 | 350 |
| Salas | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Características | 10 | 10 | 10 | 5 |
| Alunos | 200 | 200 | 200 | 350 |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Os parâmetros do algoritmo genético especializado nos testes para todas as instâncias são os seguintes: valores dos parâmetros na função objetivo $\alpha_v = 1$ e $\beta_v = 200$, tamanho da população $n_{pop} = 200$, número de propostas de solução que participam em cada torneio $n_{tor} = 4$, número de gerações $n_{ger} = 2000$, parâmetro de diversificação $k_{div} = 5$ e tempo de execução na busca local $t_{local} = 20$ s. A metodologia foi programada em linguagem de programação C++ e foi executada em uma estação de trabalho com um computador Intel i7 860.

Na Tabela 5 são apresentados os melhores resultados encontrados para os quatro casos de testes e, para cada instância, foram realizadas 30 testes.

Tabela 4 - Melhores resultados encontrados.

| Instância | I | II | III | IV |
|--|----|----|-----|----|
| No. de restrições secundárias violadas | 55 | 33 | 82 | 97 |
| Restrições RD1 | 30 | 22 | 47 | 50 |
| Restrições RD2 | 6 | 2 | 3 | 8 |
| Restrições RD3 | 19 | 9 | 57 | 38 |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Como o algoritmo genético especializado de Chu-Beasley desenvolvido apresenta componentes estocásticas, o algoritmo pode gerar soluções diferentes para cada número escolhido como semente para gerar a sequência de números pseudo aleatórios. Portanto, espera-se encontrar um conjunto de soluções quando escolhermos sementes diferentes para usar o algoritmo implementado. Para mostrar esse fato, o algoritmo implementado foi processado trinta vezes para cada instância. Assim, na Tabela 4, são mostrados os resultados de testes para a Instância I do problema da competição internacional.

Tabela 5 - Resultados de testes para a instância I.

| No. | ν | RD1 | RD2 | RD3 |
|-----|-------|-----|-----|-----|
| 1 | 65 | 37 | 3 | 25 |
| 2 | 55 | 30 | 6 | 19 |
| 3 | 75 | 35 | 7 | 33 |
| 4 | 73 | 28 | 5 | 40 |
| 5 | 71 | 37 | 5 | 29 |
| 6 | 67 | 28 | 5 | 34 |
| 7 | 66 | 34 | 3 | 29 |
| 8 | 61 | 30 | 5 | 26 |
| 9 | 70 | 36 | 8 | 26 |
| 10 | 76 | 34 | 7 | 35 |
| 11 | 68 | 28 | 4 | 36 |
| 12 | 79 | 45 | 4 | 30 |
| 13 | 56 | 28 | 6 | 22 |
| 14 | 62 | 34 | 1 | 27 |
| 15 | 71 | 47 | 2 | 22 |
| 16 | 77 | 38 | 9 | 30 |
| 17 | 58 | 37 | 6 | 15 |
| 18 | 70 | 36 | 4 | 30 |
| 19 | 68 | 36 | 3 | 29 |
| 20 | 57 | 35 | 3 | 19 |
| 21 | 79 | 53 | 2 | 24 |
| 22 | 57 | 31 | 5 | 21 |
| 23 | 68 | 34 | 5 | 29 |
| 24 | 64 | 40 | 6 | 18 |
| 25 | 58 | 29 | 3 | 26 |
| 26 | 56 | 33 | 4 | 19 |
| 27 | 59 | 36 | 5 | 18 |
| 28 | 65 | 30 | 5 | 30 |
| 29 | 78 | 41 | 3 | 34 |
| 30 | 58 | 31 | 7 | 20 |

(Fonte: Elaboração do próprio autor)

Dos dados mostrados na Tabela 5, deve-se observar que todas as soluções são diferentes, o que mostra a complexidade do tamanho do espaço de busca. Existem algumas soluções com função objetivo do mesmo valor, mas essas soluções são diferentes. Entretanto, a qualidade das soluções encontradas é muito próxima, sendo a melhor delas a que apresenta função objetivo $\nu = 55$.

Uma solução que se considera de excelente qualidade é a melhor solução encontrada para a instância II. Essa solução é mostrada na Tabela 4. A função objetivo da solução mostrada na Tabela 3 é igual a $v = 33$ com valores de $RD_1 = 22$, $RD_2 = 2$ e $RD_3 = 9$. Em resumo, nessa proposta de solução, aparecem apenas 22 casos em que um aluno têm mais de duas aulas consecutivas, dois alunos tem apenas uma aula em um dia da semana e 9 alunos têm aula na última hora do dia. Levando em conta que a grade horária apresenta 450 espaços disponíveis e que se pretende alocar 400 eventos, pode-se concluir que o tipo de problema que está sendo resolvido para as instâncias da competição internacional se trata de um problema altamente restrito e altamente complexo. Por exemplo, uma proposta que não viole a restrição RD_3 (um aluno não deve ser programado na última hora do dia) deveria alocar os 400 eventos em uma grade de 400 espaços (retirando os 50 espaços da grade da última hora do dia), o que realmente é uma tarefa quase impossível.

Verifica-se também que, dos trinta resultados apresentados na Tabela 5, alguns têm o mesmo valor da função objetivo v , ver o caso da solução número 13 que apresenta $v = 56$, $RD_1 = 28$, $RD_2 = 6$ e $RD_3 = 22$ e a solução número 26 apresenta o mesmo valor de $v = 56$ e as restrições desejáveis têm valores diferenciados, porém próximos, sendo $RD_1 = 33$, $RD_4 = 6$ e $RD_{19} = 22$, o que quer dizer que os resultados têm valores pouco variável com resultados diferentes.

Na Tabela 6, é apresentado uma solução factível, com a função objetivo $v = 33$, para a instância II.

Para melhor ilustração da identificação das restrições desejáveis no quadro de horários, verifica-se que a restrição RD_3 (um aluno não pode ter aula programada no último horário), é facilmente identificada na Tabela 6. No entanto, as restrições RD_1 (um estudante não deveria ser submetido à programação de dois eventos consecutivos) e a restrição RD_2 (um estudante não deveria ter programado apenas um evento em um dia) não estão implícitas, podem ser facilmente identificada a seguir.

Para ilustrar, é construído uma tabela de horários identificando todos os eventos programados no primeiro horário de um dia, a fim de verificar quais alunos matriculados em cada evento, repetir a operação para as 9 horas de cada dia, verificar cada restrição aluno por aluno. Na Tabela 7, é apresentado o horário do primeiro dia e as respectivas violações das restrições RD_1 e RD_2 e RD_3

A Tabela 7 relaciona os alunos matriculados em cada evento do primeiro dia de aula, verifica-se que o aluno 157 tem programados os eventos 317 na hora 4; o evento 157 na hora 5 e o evento 172 na hora 6, violando a restrição RD_1 ; o aluno 107 tem programado o evento 61 na hora7, o evento 374 na hora 8 e o evento 47 na hora 9, violando a restrição RD_1 ; o aluno 63 tem programado somente o evento 12 no tempo 3, violando a restrição RD_2 ; o aluno 51 tem programado somente o evento 253 no tempo 5, violando a restrição RD_2 ; por fim o aluno 107 tem evento programado no tempo 9, violando a restrição

RD₃Tabela 6 - Uma Solução factível da instância II com $v=33$

(continua)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 184 | 146 | 25 | 72 | 156 | 395 | 400 | 240 | 294 | 17 |
| 2 | 22 | 4 | 93 | 139 | 385 | 252 | 6 | 63 | 100 | 225 |
| 3 | 128 | 272 | 258 | 31 | 182 | 12 | 70 | 62 | 53 | 224 |
| 4 | 76 | 228 | 66 | 317 | 229 | 348 | 0 | 286 | 80 | 290 |
| 5 | 346 | 105 | 109 | 129 | 340 | 187 | 253 | 196 | 78 | 3 |
| 6 | 140 | 191 | 282 | 205 | 384 | 360 | 342 | 198 | 172 | 125 |
| 7 | 57 | 222 | 61 | 180 | 60 | 0 | 41 | 256 | 210 | 46 |
| 8 | 36 | 189 | 255 | 175 | 179 | 374 | 167 | 56 | 168 | 233 |
| 9 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 275 | 352 | 104 | 215 | 145 | 393 | 26 | 334 | 68 | 153 |
| 11 | 33 | 367 | 380 | 110 | 134 | 64 | 214 | 267 | 13 | 277 |
| 12 | 65 | 92 | 260 | 14 | 163 | 356 | 21 | 0 | 399 | 278 |
| 13 | 325 | 261 | 249 | 262 | 28 | 394 | 223 | 297 | 208 | 102 |
| 14 | 264 | 365 | 91 | 58 | 281 | 305 | 204 | 77 | 89 | 269 |
| 15 | 209 | 328 | 241 | 5 | 271 | 201 | 159 | 166 | 232 | 0 |
| 16 | 288 | 121 | 103 | 336 | 382 | 111 | 218 | 299 | 55 | 358 |
| 17 | 9 | 307 | 370 | 16 | 176 | 391 | 87 | 268 | 322 | 350 |
| 18 | 0 | 234 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 48 | 174 | 203 | 162 | 383 | 158 | 188 | 323 | 216 | 231 |
| 20 | 327 | 132 | 368 | 379 | 339 | 398 | 221 | 284 | 143 | 295 |
| 21 | 45 | 280 | 150 | 266 | 90 | 34 | 95 | 335 | 23 | 239 |
| 22 | 32 | 20 | 75 | 242 | 387 | 52 | 10 | 71 | 67 | 8 |
| 23 | 161 | 287 | 236 | 131 | 369 | 349 | 248 | 313 | 84 | 396 |
| 24 | 296 | 298 | 326 | 113 | 18 | 11 | 199 | 173 | 178 | 29 |
| 25 | 120 | 207 | 211 | 257 | 15 | 390 | 155 | 171 | 292 | 37 |
| 26 | 306 | 318 | 136 | 39 | 312 | 183 | 361 | 82 | 329 | 200 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 193 | 219 | 371 | 246 | 245 | 392 | 54 | 114 | 137 | 27 |
| 29 | 81 | 19 | 160 | 314 | 254 | 217 | 30 | 308 | 355 | 357 |
| 30 | 73 | 276 | 344 | 338 | 40 | 230 | 195 | 270 | 88 | 97 |
| 31 | 315 | 42 | 86 | 293 | 386 | 289 | 141 | 377 | 300 | 170 |
| 32 | 363 | 165 | 154 | 94 | 135 | 226 | 148 | 124 | 366 | 112 |
| 33 | 362 | 274 | 378 | 122 | 389 | 24 | 220 | 303 | 283 | 144 |
| 34 | 243 | 309 | 186 | 381 | 164 | 7 | 123 | 302 | 115 | 259 |

(conclusão)

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 35 | 311 | 119 | 181 | 133 | 359 | 74 | 177 | 2 | 319 | 49 |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 | 192 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 157 | 333 | 147 | 375 | 126 | 99 | 227 | 127 | 38 | 341 |
| 38 | 235 | 343 | 279 | 206 | 202 | 273 | 310 | 330 | 247 | 244 |
| 39 | 250 | 265 | 101 | 96 | 316 | 152 | 35 | 51 | 301 | 291 |
| 40 | 98 | 285 | 373 | 331 | 237 | 353 | 212 | 320 | 263 | 83 |
| 41 | 197 | 138 | 372 | 106 | 185 | 397 | 251 | 79 | 142 | 194 |
| 42 | 321 | 43 | 332 | 238 | 118 | 117 | 44 | 337 | 169 | 190 |
| 43 | 108 | 324 | 1 | 376 | 388 | 149 | 85 | 130 | 107 | 213 |
| 44 | 304 | 0 | 59 | 364 | 351 | 347 | 50 | 116 | 345 | 354 |
| 45 | 0 | 0 | 151 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: Dados de pesquisa do próprio autor

Tabela 7 - Horário primeiro dia. Ilustra as restrições desejáveis.

(continua)

| Hora | Evento | No de Alunos | Alunos | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 184 | 11 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 145 | 147 | 149 | 151 |
| 1 | 146 | 2 | 169 | 170 | | | | | | | | | |
| 1 | 25 | 9 | 101 | 102 | 103 | 105 | 107 | 108 | 109 | 110 | | | |
| 1 | 72 | 10 | 2 | 6 | 10 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 189 | 198 | |
| 1 | 156 | 11 | 74 | 75 | 78 | 79 | 80 | 81 | 83 | 85 | 87 | 92 | 116 |
| 1 | 395 | 4 | 168 | 173 | 175 | 177 | | | | | | | |
| 1 | 400 | 11 | 4 | 8 | 99 | 171 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 200 |
| 1 | 240 | 11 | 33 | 34 | 35 | 37 | 50 | 52 | 56 | 68 | 73 | 124 | |
| 1 | 294 | 10 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 69 | 77 | 155 | |
| 1 | 17 | 10 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 139 | 131 | 133 | 144 | 148 | 178 |
| 2 | 22 | 7 | 5 | 6 | 7 | 100 | 198 | 199 | 200 | | | | |
| 2 | 4 | 2 | 75 | 76 | | | | | | | | | |
| 2 | 93 | 10 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | |
| 2 | 139 | 10 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 69 | 111 | |
| 2 | 385 | 6 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | | | | |
| 2 | 252 | 11 | 123 | 124 | 127 | 129 | 131 | 133 | 135 | 137 | 139 | 146 | 152 |

(continuação)

| Hora | Evento | No de Alunos | Alunos | | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2 | 6 | 11 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 40 | 108 | |
| 2 | 63 | 10 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 187 | 189 | 191 | 194 | | |
| 2 | 100 | 11 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 98 | 104 | |
| 2 | 225 | 10 | 156 | 157 | 158 | 161 | 162 | 163 | 164 | 166 | 169 | | | |
| 3 | 128 | 9 | 146 | 147 | 148 | 149 | 154 | 158 | 162 | 166 | 170 | | | |
| 3 | 272 | 11 | 171 | 172 | | | | | | | | | | |
| 3 | 258 | 10 | 105 | 106 | 109 | 111 | 113 | 115 | 117 | 119 | 121 | 123 | | |
| 3 | 31 | 9 | 132 | 134 | 136 | 138 | 140 | 152 | 156 | 160 | 164 | | | |
| 3 | 182 | 9 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 64 | 65 | 66 | 70 | | | |
| 3 | 12 | 12 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 53 | 63 | 107 | 174 |
| 3 | 70 | 7 | 3 | 4 | 5 | 7 | 103 | 197 | 198 | | | | | |
| 3 | 62 | 9 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 38 | 102 | | | |
| 3 | 53 | 12 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 101 |
| 3 | 224 | 10 | 93 | 122 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 186 | 188 | 190 | 192 | |
| 4 | 76 | 9 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | | | |
| 4 | 228 | 2 | 76 | 77 | | | | | | | | | | |
| 4 | 66 | 4 | 84 | 85 | 86 | 87 | | | | | | | | |
| 4 | 317 | 11 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 80 | 157 | |
| 4 | 229 | 11 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 78 | 122 | |
| 4 | 348 | 10 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 37 | 40 | 95 | 168 | | |
| 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 296 | 11 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 | 71 | 72 | 73 | 79 | 154 | | |
| 4 | 80 | 8 | 128 | 130 | 132 | 133 | 134 | 135 | 147 | 148 | | | | |
| 4 | 290 | 11 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 167 | |
| 5 | 346 | 10 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 83 | | |
| 5 | 105 | 2 | 166 | 167 | | | | | | | | | | |
| 5 | 109 | 5 | 73 | 74 | 76 | 77 | 105 | | | | | | | |
| 5 | 129 | 5 | 48 | 50 | 54 | 68 | 107 | | | | | | | |
| 5 | 340 | 10 | 2 | 5 | 9 | 183 | 185 | 187 | 189 | 191 | 193 | | | |
| 5 | 187 | 9 | 142 | 143 | 144 | 135 | 151 | 155 | 159 | 163 | 175 | | | |
| 5 | 253 | 7 | 45 | 47 | 49 | 51 | 61 | 78 | 125 | | | | | |
| 5 | 196 | 3 | 13 | 14 | 164 | | | | | | | | | |
| 5 | 78 | 9 | 133 | 137 | 139 | 141 | 153 | 157 | 161 | 165 | 173 | | | |
| 5 | 3 | 12 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 102 | 172 |
| 6 | 140 | 11 | 111 | 186 | 188 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | | | |
| 6 | 191 | 2 | 47 | 48 | | | | | | | | | | |
| 6 | 282 | 10 | 113 | 114 | 118 | 120 | 122 | 124 | 126 | 128 | 130 | 138 | | |

(conclusão)

| Hora | Evento | No de Alunos | Alunos | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 6 | 205 | 11 | 33 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 50 | 59 | 72 | 121 |
| 6 | 384 | 11 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 98 | 166 | |
| 6 | 360 | 7 | 55 | 58 | 61 | 64 | 67 | 96 | 162 | | | | |
| 6 | 342 | 11 | 32 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 52 | 62 | 82 | 169 |
| 6 | 198 | 10 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | |
| 6 | 172 | 11 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 154 | 157 | 160 | 163 | 165 |
| 6 | 125 | 3 | 172 | 173 | 196 | | | | | | | | |
| 7 | 57 | 10 | 12 | 14 | 16 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 65 | 102 | |
| 7 | 222 | 2 | 37 | 38 | | | | | | | | | |
| 7 | 61 | 10 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | |
| 7 | 180 | 8 | 34 | 35 | 40 | 49 | 52 | 55 | 58 | 70 | | | |
| 7 | 60 | 11 | 129 | 131 | 133 | 138 | 141 | 144 | 147 | 150 | 153 | 156 | 159 |
| 7 | 41 | 4 | 19 | 20 | 31 | 101 | | | | | | | |
| 7 | 256 | 6 | 75 | 76 | 77 | 78 | 80 | 125 | | | | | |
| 7 | 210 | 10 | 29 | 122 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 181 | 185 | | |
| 7 | 46 | 11 | 128 | 130 | 132 | 137 | 140 | 143 | 146 | 149 | 152 | 155 | 158 |
| 8 | 36 | 10 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | |
| 8 | 189 | 2 | 165 | 166 | | | | | | | | | |
| 8 | 255 | 10 | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | |
| 8 | 175 | 11 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 117 |
| 8 | 179 | 11 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 57 | 59 | 61 | 71 | 124 |
| 8 | 374 | 11 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 107 | 163 | 200 |
| 8 | 167 | 11 | 18 | 116 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 |
| 8 | 56 | 6 | 8 | 10 | 119 | 197 | 198 | 199 | | | | | |
| 8 | 168 | 11 | 134 | 135 | 136 | 139 | 142 | 145 | 148 | 151 | 154 | 157 | 160 |
| 8 | 233 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 25 | 27 | 29 | 73 | 123 |
| 9 | 47 | 0 | 107 | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaboração do próprio autor

5.1 Conclusões Parciais

Os resultados encontrados mostram um desempenho eficiente do algoritmo genético de Chu-Beasley especializado para encontrar propostas de grade horária para as instâncias analisadas da competição internacional. Embora o problema seja altamente restrito à proposta implementada, encontram-se com certa facilidade soluções válidas e que, portanto, não violam as restrições obrigatórias RO_1 , RO_2 e RO_3 .

Adicionalmente, as melhores soluções encontradas também apresentam um número muito reduzido de restrições secundárias violadas, mostrando um excelente desempenho do algoritmo especializado implementado. Outra observação importante é que o tempo de processamento é relativamente elevado (entre 16 a 24 horas), mas esse assunto não é muito relevante já que se trata de um problema de programação de horários a ser implementada no futuro.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, foi desenvolvido um algoritmo genético de Chu-Beasley especializado para resolver o problema de programação ótima de horários e testado usando os dados disponíveis na competição internacional de grade horária.

Através de uma análise detalhada e após testes exaustivos verificam-se que esse tipo de problema se trata de problema altamente restrito, especialmente para os dados disponíveis na competição internacional e que foram usados nos testes deste trabalho. Assim, trata-se de um problema em que pode ser relativamente difícil encontrar soluções factíveis quando são usadas estratégias eficientes, especialmente na busca de uma solução inicial ou de um conjunto de soluções iniciais. Nessa linha de raciocínio, pode-se concluir que pode ser quase impossível encontrar de forma aleatória uma solução inicial factível (uma solução que não viole as restrições obrigatórias) devido ao número elevado de eventos (400) a serem alocados em uma grade horária que deve ser quase totalmente preenchida (com 450 espaços disponíveis) e, adicionalmente, levando em conta que muitos eventos podem ser programados em apenas uma sala.

Após encontrar soluções factíveis (sem violar as restrições obrigatórias), a busca por soluções melhores também geram soluções vizinhas infactíveis com muita frequência, tornando o processo de melhoria uma tarefa relativamente complicada.

As soluções encontradas são de excelente qualidade e podem ser competitivas com as melhores encontradas na literatura especializada. Entretanto, o tempo de processamento para encontrar essas soluções é relativamente elevado pela complexidade do espaço de busca. Deve-se também enfatizar que o espaço de busca do tipo de problema analisado é altamente combinatório. Esse fato pode ser reforçado pelo fato de que o algoritmo especializado foi processado muitas vezes iniciando o processo com sementes pseudoaleatórios diferentes e praticamente, em cada teste, se encontra uma solução diferente, mostrando a complexidade da busca e o número elevado de soluções ótimas locais.

O algoritmo especializado desenvolvido neste trabalho apresenta desempenho competitivo. Entretanto, ainda existe espaço para vários tipos de pesquisa que podem ser desenvolvidos no futuro e relacionados com o problema de otimização de grade horária. Entre essas propostas, podem ser citados as seguintes:

- Implementar novas melhorias na formulação de vizinhanças na fase de melhoria local do algoritmo de Chu-Beasley especializado;
- Desenvolver formas especializadas na representação de uma proposta de solução ou a utilização de várias formas de representação e também desenvolver formas mais sofisticadas de armazenamento da informação que permitam identificar de forma mais rápida cada tipo de restrição obrigatória ou secundária violada.
- Desenvolver e implementar outras meta-heurísticas especializadas.

- Usar *solvers* especializados, como o CPLEX, para fazer testes usando o modelo matemático apresentado neste trabalho (esse modelo matemático é original e desenvolvido no LaPSEE). Testes preliminares mostram que o CPLEX ainda não é competitivo quando se usa esse modelo matemático e os dados das instâncias da competição internacional. Entretanto, pode-se desenvolver formas de restrições substitutas para esse modelo matemático com a pretensão de melhorar a limitante inferior dos subproblemas que são resolvidos pelo algoritmo *branch and bound* que fazem parte de *solvers* comerciais como o CPLEX.

REFERÊNCIAS

- ABRAMSON, D. Constructing school timetables using simulated annealing: sequentia land parallel algorithms. *Management Science, Hanover*, v.37, p. 98–113, 1991.
- BALAKRISHNAN, N.; LUCENA, A.; WONG, R. T. Scheduling examinations to reduce second-order conflicts. *Scopus, Jerusalem*, n. 19, p. 353–361, 1992.
- BRELAZ, D. New methods to color the vertices of a graph. *Scopus, Jerusalem*, v. 180, n. 22, p. 251–256, 1979.
- BURKE, E.; CARTER, M. *The practice and theory of automated timetabling II*. [S.l.:s.n.], 1998. v. 1408.
- BURKE, E.; ERBEN, W. *The practice and theory of automated timetabling III*. [S.l.], 2000. v. 2079.
- BURKE, E.; ROSS, P. The practice and theory of automated timetabling. *Lecture Notes in Computer Science, Heidelberg*, v.1153, 1996.
- BURKE, E. K.; JACKSON, K. S.; KINGSTON, J. H.; WEARE, R. F. The Complexity of Timetable Construction. *The Computer Journal, Oxford*, v. 40, n. 9, p. 565–571, 1997.
- BURKE, E. K.; MCCOLLUM, B.; MEISELS, A.; PETROVIC, S. R. A graph based hyperheuristic for educational timetabling problems. *European Journal of Operational Research, Amsterdam*, v.176, n. 1, p. 177–192, 2007.
- BURKE, E. K.; PROTOVIC, S. Recent research directions in automated timetabling. *European Journal of Operational Research, Amsterdam*, n. 140, p. 266–280, 2002.
- CARTER, M. W. A comprehensive course timetabling and student scheduling system at the university wterloo; the practice and theory of autamated timetabling iii. *Computer Science, Krakow*, v. 2079, p. 3–21, 2001.
- CHU, B. *A genetic algorithm for the generalized assignmnet problems*. [S.l.:s.n], 1997.
- CONCILIO, R. *Contribuições à solução de problemas de escalonamento pela aplicação conjunta de computação evolutiva e otimização de restrições*. São Paulo:[s.n], 2000.
- COOPER, T. B.; KINGSTON, J. H. The complexy construction problems. in carter m. w: A comprehensive course timetabling and student scheduling system at the university wterloo. the practice and theory of automated timetabling. *Computer Science, Krakow*, p. 283–285, 2001.
- COSTA, D. Tabu search algoritm for computing an operational timetabling. *European Journal of Operational Research, Amsterdam*, v.79, n. 1, p. 98–110, 1991.
- FEO, T. A.; RESENDE, M. G. C. Greedy randomized adaptive search procedures. *Journal of Global Optimization, New York*, n. 6, p. 109–133, 1995.

- FISHER, J. G.; SHIEIR, D. R. A heuristic procedure for large-scale examination scheduling problems technical report. Clemson:Departament Mathematical Sciences University, 1983. v.417.
- GLOVER, F. Future parhs for integer programming and artificial intelligence. *Computer & Operations Research*, Kidlington, 13, n. 5, p. 533–549, 1986.
- GOLDBERG, D. E. *Genetic algoritms in search, optimization and machine learning*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1989.
- HERTZ, A. Tabu search for large scale timetabling problems. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v.54, n. 1, p. 39–47, 1991.
- HOLLAND, J. *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. [S.l.]: University Michigan Press, 1975.
- ITC. *Metaheuristics network*. 2. ed. [S.l.], 2003. Disponível em: <<http://www.metaheuristics.net/index.php>>. Acesso em: 28/Fevereiro/2012.
- KIRKPATRICK, S.; GELATT, C. D.; VECCHI, M. P. Optimization by simulated annealing science. *Computer & Operations Research*, Kidlington, v.220, p. 671–680, 1983.
- LU, Z.; HAO, J. Adaptive tabu search for course timetabling. *European Journal of Operational Reserch*, Amsterdam, v. 200, n. 1, p. 235–244, 2010.
- MLADENOVIC, N.; HANSEN, P. The examination timetabling problem at university malasia pahang: comparison of constructive heuristic whith an exinting software solution. *Computer and Operations Reserch*, Kidlington, v.24, p. 1097–1100, 1997.
- OU, R.; BURKE, E. K.; MCCOLLUM, B. Adaptive automed construction of hybrid heuristic for exam timetabling and graph coloring problem. *European Journal of Operational Reserch*, Amsterdam, v.192, n. 1, p. 877–885, 2009.
- RESENDE, M. *An introduction to GRASP*. [S.l.:s.n.], 2003. 458 p.
- ROMERO, R.; MANTOVANI, J. R. S. *Introdução à meta-heurística*. [S.l.], Junho 2004.
- SANTOS, H. G. *Formulações de algoritmos para problemas de Programação de Horários Escolares*. Niteroi: [s.n.], 2007.
- SCHAERF, A. A survey of automated timetabling. *Artificial Intellgence Review*, Printed in the Nellandans, v.13, p. 87–127, 1999.
- WERRA, D. An introduction to timetabling. *European Journal of Operational Reserch*, Amsterdam, 19, n. 2, p. 151–162, 1985.
- WHITE, G. M.; CHAN, P. W. Towards the construction of optimal examination timetable. *INFOR*, [S.l.:s.n.], p. 219–229, 1979.

APÊNDICE A - QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC

Figura 25 - Figura da Instância N 01 do ITC.

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 1 | 1 | 3 | 9 | 86 142 143 144 145 146 147 148 199 |
| 2 | 2 | 1 5 | 9 | 17 99 176 177 178 179 182 183 186 |
| 3 | 2 | 5 9 | 11 | 98 142 144 146 148 150 152 154 157 164 188 |
| 4 | 2 | 4 5 | 10 | 127 129 131 133 135 137 139 141 143 145 |
| 5 | 2 | 5 7 | 11 | 98 130 131 132 133 134 135 136 137 138 142 |
| 6 | 2 | 4 5 | 8 | 40 41 42 43 44 45 60 64 |
| 7 | 1 | 3 | 8 | 119 120 121 122 123 124 125 133 |
| 8 | 2 | 5 9 | 0 | |
| 9 | 2 | 3 6 | 10 | 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 |
| 10 | 1 | 5 | 11 | 5 99 167 169 172 175 178 183 188 195 200 |
| 11 | 1 | 6 | 11 | 6 7 8 9 10 11 12 13 15 17 99 |
| 12 | 3 | 2 4 5 | 10 | 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 |
| 13 | 1 | 5 | 10 | 184 185 186 187 188 189 190 193 195 200 |
| 14 | 2 | 3 6 | 7 | 9 10 11 12 13 14 100 |
| 15 | 2 | 2 5 | 6 | 2 7 169 170 193 197 |
| 16 | 4 | 4 5 7 10 | 10 | 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 |
| 17 | 6 | 2 3 5 6 9 10 | 10 | 24 26 28 30 32 39 42 45 48 51 |
| 18 | 1 | 1 | 9 | 46 47 48 52 54 56 61 65 73 |
| 19 | 3 | 4 5 7 | 9 | 99 100 101 102 103 104 105 109 142 |
| 20 | 1 | 3 | 8 | 51 52 55 60 63 66 72 75 |
| 21 | 2 | 4 5 | 3 | 62 69 70 |
| 22 | 1 | 3 | 11 | 63 64 65 66 67 68 69 70 79 80 81 |
| 23 | 2 | 3 6 | 8 | 2 4 8 10 18 35 45 200 |
| 24 | 2 | 5 7 | 10 | 1 2 3 4 5 14 16 18 199 200 |
| 25 | 3 | 5 7 8 | 4 | 120 121 122 134 |
| 26 | 4 | 2 3 5 6 | 10 | 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 |
| 27 | 2 | 3 6 | 10 | 35 36 37 38 43 45 47 49 51 53 |
| 28 | 2 | 3 6 | 8 | 109 110 111 112 113 114 117 143 |
| 29 | 1 | 5 | 10 | 19 143 145 147 149 151 153 155 160 165 |
| 30 | 1 | 5 | 9 | 79 80 81 82 83 84 85 86 87 |
| 31 | 2 | 4 5 | 9 | 3 4 5 6 7 8 9 13 24 |
| 32 | 2 | 4 5 | 10 | 136 137 138 139 140 141 142 143 144 180 |
| 33 | 1 | 3 | 9 | 166 167 168 169 170 171 172 173 185 |
| 34 | 2 | 3 6 | 8 | 67 68 69 70 71 72 73 74 |
| 35 | 2 | 3 6 | 10 | 1 2 3 194 195 196 197 198 199 200 |
| 36 | 2 | 4 5 | 10 | 12 13 14 15 16 17 18 19 20 24 |
| 37 | 1 | 1 | 7 | 174 175 177 179 181 183 186 |
| 38 | 1 | 1 | 10 | 115 116 117 118 119 120 122 124 131 142 |
| 39 | 1 | 5 | 10 | 117 119 121 123 125 127 129 131 133 143 |
| 40 | 2 | 3 6 | 2 | 135 137 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 41 | 2 | 5 10 | 10 | 124 125 126 130 132 134 142 145 148 180 |
| 42 | 1 | 3 | 9 | 164 166 167 168 169 170 172 175 180 |
| 43 | 1 | 1 | 10 | 146 147 148 149 150 151 152 153 154 187 |
| 44 | 2 | 4 5 | 9 | 21 23 24 27 30 33 36 39 42 |
| 45 | 1 | 3 | 10 | 166 167 168 169 170 171 172 173 175 181 |
| 46 | 2 | 1 5 | 10 | 118 120 122 124 126 128 130 132 134 144 |
| 47 | 3 | 4 5 7 | 6 | 97 102 103 104 109 142 |
| 48 | 1 | 1 | 8 | 158 159 160 161 166 168 170 181 |
| 49 | 2 | 3 6 | 10 | 80 82 86 89 92 95 98 101 120 143 |
| 50 | 1 | 5 | 10 | 1 147 149 151 153 155 157 159 182 187 |
| 51 | 4 | 2 5 8 9 | 9 | 129 131 133 135 141 144 147 150 153 |
| 52 | 2 | 2 5 | 10 | 101 102 103 104 105 106 107 108 110 146 |
| 53 | 1 | 10 | 6 | 139 144 146 148 150 182 |
| 54 | 1 | 10 | 10 | 140 141 142 143 144 145 146 147 148 182 |
| 55 | 1 | 3 | 9 | 25 27 29 31 37 40 43 46 49 |
| 56 | 2 | 2 5 | 10 | 163 164 165 166 167 168 169 173 175 182 |
| 57 | 1 | 1 | 10 | 36 37 38 39 40 41 48 50 52 54 |
| 58 | 2 | 5 7 | 8 | 147 148 150 152 154 156 160 183 |
| 59 | 2 | 5 10 | 7 | 11 14 190 191 192 193 194 |
| 60 | 2 | 1 5 | 10 | 5 8 183 184 185 187 189 191 193 195 |
| 61 | 1 | 3 | 10 | 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 |
| 62 | 2 | 5 9 | 10 | 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 |
| 63 | 3 | 2 3 5 | 10 | 103 104 105 106 107 108 109 125 132 143 |
| 64 | 5 | 2 4 5 8 9 | 10 | 115 116 117 118 119 120 121 122 123 144 |
| 65 | 1 | 5 | 10 | 7 11 25 179 180 181 185 187 189 191 |
| 66 | 2 | 3 6 | 8 | 21 22 27 29 31 36 41 46 |
| 67 | 1 | 10 | 10 | 2 169 170 171 172 173 175 178 183 196 |
| 68 | 2 | 5 8 | 10 | 61 62 63 64 65 66 67 68 69 72 |
| 69 | 2 | 5 7 | 8 | 49 52 55 58 67 77 91 144 |
| 70 | 1 | 5 | 9 | 53 54 55 56 57 58 67 69 72 |
| 71 | 2 | 4 5 | 8 | 53 54 58 61 64 67 70 76 |
| 72 | 3 | 5 7 8 | 10 | 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 |
| 73 | 1 | 5 | 10 | 166 167 168 169 170 171 172 173 176 183 |
| 74 | 2 | 2 5 | 10 | 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 |
| 75 | 2 | 5 7 | 10 | 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 |
| 76 | 1 | 5 | 10 | 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 |
| 77 | 2 | 2 5 | 10 | 104 105 106 107 108 109 110 111 112 183 |
| 78 | 2 | 3 6 | 6 | 114 115 118 120 121 122 |
| 79 | 2 | 2 5 | 9 | 105 106 107 109 112 115 118 121 124 |
| 80 | 3 | 1 3 6 | 10 | 107 108 109 110 111 112 119 121 123 145 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 81 | 3 | 4 5 7 | 10 | 3 4 5 9 11 13 15 17 19 21 |
| 82 | 1 | 3 | 9 | 81 82 84 86 88 90 92 94 98 |
| 83 | 2 | 5 7 | 10 | 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 |
| 84 | 2 | 4 5 | 7 | 189 190 191 193 195 197 199 |
| 85 | 1 | 1 | 9 | 56 57 59 62 65 68 71 74 77 |
| 86 | 2 | 1 5 | 10 | 163 164 165 166 167 168 171 180 183 186 |
| 87 | 4 | 2 5 8 9 | 9 | 33 34 35 36 38 41 44 47 50 |
| 88 | 1 | 5 | 10 | 39 40 41 42 44 46 48 50 52 54 |
| 89 | 1 | 1 | 10 | 128 130 132 134 136 138 140 142 144 147 |
| 90 | 2 | 4 5 | 8 | 159 160 162 163 164 165 176 184 |
| 91 | 3 | 5 7 9 | 6 | 4 5 6 7 8 11 |
| 92 | 4 | 2 5 8 9 | 10 | 114 115 116 117 118 125 128 131 134 145 |
| 93 | 1 | 5 | 10 | 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 |
| 94 | 2 | 2 5 | 10 | 179 180 181 182 183 184 185 193 196 200 |
| 95 | 3 | 2 5 9 | 8 | 47 49 51 52 53 54 55 56 |
| 96 | 3 | 5 7 8 | 10 | 116 117 118 119 120 121 122 123 149 185 |
| 97 | 1 | 3 | 9 | 34 186 187 188 189 190 191 192 193 |
| 98 | 1 | 10 | 10 | 44 45 46 47 48 49 50 51 55 59 |
| 99 | 4 | 2 3 5 6 | 10 | 35 170 171 172 173 174 175 176 177 180 |
| 100 | 2 | 5 8 | 10 | 17 18 19 20 21 22 25 28 31 45 |
| 101 | 2 | 5 9 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 198 199 200 |
| 102 | 4 | 4 5 7 8 | 8 | 117 119 121 123 125 128 132 145 |
| 103 | 3 | 5 7 8 | 9 | 108 109 110 111 112 113 114 115 118 |
| 104 | 3 | 4 5 7 | 7 | 64 65 66 67 71 82 85 |
| 105 | 1 | 5 | 10 | 4 80 81 82 83 88 95 98 101 145 |
| 106 | 1 | 5 | 6 | 63 68 72 80 83 86 |
| 107 | 2 | 3 6 | 10 | 55 56 57 58 59 60 61 62 66 72 |
| 108 | 2 | 4 5 | 9 | 43 44 45 49 51 53 55 57 73 |
| 109 | 2 | 5 9 | 10 | 6 168 169 170 171 172 173 174 175 176 |
| 110 | 2 | 4 5 | 10 | 6 184 185 186 187 188 189 190 194 196 |
| 111 | 2 | 5 8 | 10 | 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 |
| 112 | 2 | 3 6 | 9 | 38 39 40 42 44 48 50 52 54 |
| 113 | 1 | 10 | 10 | 8 148 149 150 151 152 153 154 155 156 |
| 114 | 2 | 4 5 | 10 | 67 69 73 76 79 82 85 88 91 94 |
| 115 | 2 | 2 5 | 10 | 6 131 132 133 134 135 137 139 148 151 |
| 116 | 1 | 5 | 9 | 53 54 55 56 57 59 61 69 73 |
| 117 | 3 | 2 3 5 | 3 | 78 96 99 |
| 118 | 2 | 5 8 | 4 | 103 104 16 110 |
| 119 | 4 | 5 7 8 10 | 8 | 7 141 142 143 144 145 150 152 |
| 120 | 1 | 3 | 10 | 63 64 65 69 71 73 75 77 79 81 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 121 | 2 | 5 8 | 6 | 106 107 118 121 134 145 |
| 122 | 1 | 5 | 5 | 24 26 28 30 32 |
| 123 | 1 | 3 | 5 | 21 23 24 25 26 |
| 124 | 2 | 4 5 | 10 | 7 127 128 129 130 136 138 146 149 152 |
| 125 | 2 | 5 9 | 10 | 7 166 167 168 169 170 171 172 173 176 |
| 126 | 2 | 5 8 | 10 | 8 157 158 159 160 161 162 163 164 177 |
| 127 | 3 | 2 3 5 | 10 | 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 |
| 128 | 2 | 5 7 | 10 | 2 4 8 21 26 192 194 196 198 200 |
| 129 | 3 | 4 5 9 | 10 | 9 122 123 124 125 126 127 128 129 132 |
| 130 | 2 | 2 5 | 10 | 85 86 87 91 93 95 97 113 118 146 |
| 131 | 4 | 2 3 5 6 | 10 | 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 |
| 132 | 1 | 1 | 9 | 10 11 12 13 14 15 16 17 18 |
| 133 | 2 | 2 5 | 10 | 55 56 57 58 59 60 61 62 69 73 |
| 134 | 1 | 5 | 10 | 27 28 29 30 31 32 33 34 35 55 |
| 135 | 2 | 5 9 | 10 | 68 69 70 71 80 83 86 89 92 95 |
| 136 | 1 | 5 | 10 | 7 8 9 10 15 23 26 29 32 46 |
| 137 | 2 | 2 5 | 9 | 8 174 175 176 177 178 180 181 183 |
| 138 | 1 | 5 | 10 | 8 88 89 90 92 94 96 110 114 119 |
| 139 | 1 | 1 | 5 | 126 127 128 129 146 |
| 140 | 3 | 5 7 8 | 10 | 8 130 131 132 133 134 135 136 137 138 |
| 141 | 2 | 2 5 | 10 | 9 127 128 129 130 131 132 133 148 151 |
| 142 | 4 | 4 5 7 10 | 10 | 88 89 90 91 92 93 94 95 97 100 |
| 143 | 1 | 5 | 8 | 2 14 25 180 184 187 190 193 |
| 144 | 1 | 5 | 8 | 43 114 116 119 122 131 135 139 |
| 145 | 3 | 2 5 9 | 10 | 9 110 111 112 113 123 126 129 132 135 |
| 146 | 2 | 4 5 | 6 | 19 20 28 30 32 47 |
| 147 | 2 | 5 8 | 9 | 9 160 161 162 163 164 165 166 168 |
| 148 | 1 | 3 | 10 | 9 102 103 104 105 106 107 108 109 110 |
| 149 | 2 | 4 5 | 10 | 9 159 160 161 162 163 164 165 174 177 |
| 150 | 1 | 5 | 8 | 20 21 22 23 24 25 26 29 |
| 151 | 1 | 3 | 10 | 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 |
| 152 | 2 | 5 9 | 10 | 9 185 186 187 188 189 190 191 194 196 |
| 153 | 2 | 5 7 | 10 | 10 133 134 135 136 137 138 139 140 141 |
| 154 | 2 | 5 9 | 10 | 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 |
| 155 | 4 | 4 5 7 9 | 6 | 15 195 196 197 198 199 |
| 156 | 2 | 2 5 | 10 | 10 132 133 134 135 136 137 139 142 145 |
| 157 | 3 | 4 5 7 | 10 | 10 177 178 179 180 181 182 183 184 185 |
| 158 | 1 | 1 | 10 | 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 |
| 159 | 1 | 3 | 3 | 20 158 166 |
| 160 | 2 | 5 7 | 8 | 44 115 117 120 123 132 136 140 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 161 | 2 | 5 7 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 47 | 198 | 199 | 200 | | |
| 162 | 3 | 2 3 5 | 2 | 66 | 77 | | | | | | | | | | |
| 163 | 1 | 3 | 10 | 20 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 197 | | |
| 164 | 1 | 10 | 8 | 10 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 160 | 163 | | | | |
| 165 | 1 | 5 | 10 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 70 | 74 | | |
| 166 | 1 | 5 | 10 | 10 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 120 | 122 | 124 | | |
| 167 | 2 | 5 10 | 10 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | | |
| 168 | 2 | 4 5 | 10 | 10 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | | |
| 169 | 2 | 2 5 | 2 | 48 | 152 | | | | | | | | | | |
| 170 | 1 | 5 | 10 | 11 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 146 | 149 | 152 | | |
| 171 | 2 | 3 6 | 10 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 94 | | |
| 172 | 3 | 4 5 7 | 3 | 175 | 180 | 181 | | | | | | | | | |
| 173 | 1 | 10 | 10 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 45 | | |
| 174 | 2 | 2 5 | 10 | 11 | 119 | 120 | 121 | 122 | 124 | 127 | 130 | 133 | 137 | | |
| 175 | 1 | 3 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 11 | 197 | 198 | 199 | 200 | | |
| 176 | 3 | 4 5 8 | 9 | 11 | 102 | 103 | 104 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | | | |
| 177 | 2 | 5 9 | 8 | 11 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 161 | 164 | | | | |
| 178 | 1 | 3 | 8 | 58 | 60 | 62 | 70 | 73 | 76 | 82 | 85 | | | | |
| 179 | 1 | 10 | 10 | 11 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 161 | 184 | | |
| 180 | 3 | 5 7 8 | 10 | 12 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 143 | 146 | 150 | | |
| 181 | 1 | 1 | 10 | 12 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 142 | | |
| 182 | 2 | 5 7 | 7 | 12 | 164 | 165 | 169 | 171 | 173 | 176 | | | | | |
| 183 | 2 | 4 5 | 10 | 13 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 161 | 176 | | |
| 184 | 2 | 2 5 | 10 | 18 | 19 | 20 | 25 | 28 | 31 | 34 | 37 | 40 | 43 | | |
| 185 | 4 | 2 5 8 9 | 8 | 14 | 146 | 149 | 151 | 153 | 155 | 159 | 177 | | | | |
| 186 | 2 | 5 9 | 9 | 46 | 47 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 60 | 74 | | | |
| 187 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | |
| 188 | 1 | 10 | 10 | 25 | 27 | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | | |
| 189 | 1 | 5 | 4 | 12 | 150 | 151 | 152 | | | | | | | | |
| 190 | 2 | 3 6 | 10 | 22 | 140 | 141 | 142 | 143 | 145 | 147 | 149 | 151 | 153 | | |
| 191 | 1 | 1 | 8 | 74 | 75 | 76 | 77 | 79 | 81 | 84 | 95 | | | | |
| 192 | 2 | 4 5 | 9 | 21 | 148 | 150 | 152 | 154 | 156 | 158 | 179 | 198 | | | |
| 193 | 1 | 5 | 10 | 13 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 197 | | |
| 194 | 4 | 4 5 7 8 | 8 | 12 | 100 | 102 | 110 | 113 | 116 | 119 | 125 | | | | |
| 195 | 3 | 4 5 7 | 9 | 12 | 102 | 103 | 104 | 105 | 110 | 112 | 114 | 116 | | | |
| 196 | 2 | 5 8 | 9 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 75 | | | |
| 197 | 2 | 5 9 | 10 | 12 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 107 | 110 | | |
| 198 | 2 | 2 5 | 10 | 2 | 5 | 8 | 12 | 185 | 186 | 190 | 193 | 196 | 199 | | |
| 199 | 2 | 2 5 | 9 | 80 | 83 | 85 | 87 | 89 | 91 | 93 | 97 | 99 | | | |
| 200 | 2 | 3 6 | 9 | 19 | 162 | 163 | 164 | 165 | 167 | 169 | 171 | 177 | | | |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 201 | 1 | 1 | 3 | 37 39 40 |
| 202 | 4 | 1 3 6 10 | 7 | 27 98 99 100 101 103 111 |
| 203 | 1 | 5 | 6 | 21 154 161 164 167 184 |
| 204 | 4 | 2 5 8 9 | 5 | 173 180 182 184 186 |
| 205 | 3 | 2 5 9 | 6 | 168 169 178 180 182 185 |
| 206 | 2 | 4 5 | 8 | 22 50 53 56 59 68 85 92 |
| 207 | 2 | 5 7 | 10 | 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 |
| 208 | 2 | 5 8 | 10 | 61 62 63 64 65 66 67 68 70 76 |
| 209 | 1 | 10 | 9 | 34 35 40 43 46 64 69 74 79 |
| 210 | 2 | 4 5 | 10 | 71 72 74 77 80 83 86 89 92 95 |
| 211 | 2 | 5 8 | 9 | 13 165 166 167 168 169 170 171 177 |
| 212 | 1 | 10 | 10 | 64 65 66 67 68 69 70 71 72 77 |
| 213 | 3 | 2 5 9 | 7 | 13 125 126 127 128 129 130 |
| 214 | 3 | 4 5 7 | 4 | 20 186 187 188 |
| 215 | 2 | 2 5 | 10 | 25 26 27 32 35 38 41 52 56 60 |
| 216 | 5 | 1 2 3 5 6 | 10 | 83 84 85 86 87 88 89 90 92 96 |
| 217 | 2 | 3 6 | 6 | 14 125 128 131 134 138 |
| 218 | 2 | 5 8 | 10 | 28 29 30 33 36 39 42 53 57 61 |
| 219 | 1 | 3 | 10 | 14 166 167 168 169 170 171 172 182 184 |
| 220 | 2 | 5 8 | 10 | 5 9 22 28 182 183 184 186 188 190 |
| 221 | 2 | 5 9 | 10 | 48 153 154 155 156 157 158 159 178 181 |
| 222 | 2 | 2 5 | 10 | 29 156 157 158 159 160 161 162 163 177 |
| 223 | 3 | 4 5 8 | 9 | 26 138 139 140 141 146 148 150 154 |
| 224 | 1 | 10 | 10 | 3 6 9 22 187 188 191 194 197 200 |
| 225 | 3 | 2 4 5 | 7 | 3 14 184 187 190 194 198 |
| 226 | 1 | 5 | 9 | 23 70 71 72 73 74 75 76 101 |
| 227 | 3 | 4 5 7 | 9 | 15 122 123 124 126 129 132 135 139 |
| 228 | 2 | 4 5 | 10 | 14 126 127 128 129 130 131 140 143 146 |
| 229 | 3 | 4 5 10 | 10 | 49 95 96 97 98 99 100 101 102 111 |
| 230 | 1 | 5 | 10 | 16 17 18 19 20 26 28 30 32 34 |
| 231 | 4 | 2 5 8 9 | 8 | 1 3 5 9 33 38 43 49 |
| 232 | 2 | 2 5 | 9 | 24 78 79 80 81 82 83 84 111 |
| 233 | 3 | 4 5 8 | 10 | 14 105 106 107 108 109 110 111 112 121 |
| 234 | 3 | 5 7 8 | 9 | 29 30 31 32 33 34 35 36 37 |
| 235 | 1 | 10 | 10 | 16 186 187 188 189 190 191 192 195 197 |
| 236 | 4 | 2 5 8 9 | 9 | 43 44 45 47 48 49 50 51 52 |
| 237 | 3 | 2 3 5 | 10 | 15 115 116 118 120 122 124 126 129 135 |
| 238 | 4 | 5 7 8 10 | 9 | 155 156 157 158 159 160 161 162 178 |
| 239 | 2 | 2 5 | 10 | 22 134 135 136 137 138 139 140 141 142 |
| 240 | 1 | 10 | 10 | 15 115 116 117 118 119 120 121 122 125 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 241 | 2 | 2 5 | 10 | 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 |
| 242 | 2 | 2 5 | 10 | 7 9 11 13 15 22 25 28 31 46 |
| 243 | 2 | 3 6 | 10 | 1 2 3 4 6 15 197 198 199 200 |
| 244 | 2 | 4 5 | 10 | 20 110 111 112 113 114 115 116 117 119 |
| 245 | 2 | 2 5 | 9 | 89 90 91 92 93 96 99 102 146 |
| 246 | 2 | 5 9 | 7 | 4 16 185 188 191 195 199 |
| 247 | 3 | 4 5 8 | 10 | 13 14 15 16 17 18 19 20 21 23 |
| 248 | 1 | 1 | 9 | 1 158 159 162 164 179 184 189 196 |
| 249 | 2 | 5 7 | 10 | 15 191 192 193 194 195 196 197 198 199 |
| 250 | 2 | 3 6 | 10 | 72 73 76 78 81 84 87 90 93 96 |
| 251 | 1 | 3 | 9 | 2 160 161 163 165 180 185 192 197 |
| 252 | 3 | 2 3 5 | 5 | 24 25 26 27 28 |
| 253 | 2 | 4 5 | 8 | 3 168 170 173 181 186 193 198 |
| 254 | 3 | 4 5 8 | 10 | 25 93 94 95 96 97 98 99 100 112 |
| 255 | 1 | 10 | 9 | 75 76 77 78 79 80 81 82 83 |
| 256 | 2 | 1 10 | 10 | 36 37 41 43 45 47 49 51 53 55 |
| 257 | 1 | 3 | 10 | 1 3 6 10 23 30 193 195 197 199 |
| 258 | 2 | 3 6 | 10 | 16 133 134 135 136 137 138 139 140 141 |
| 259 | 2 | 4 5 | 10 | 16 143 144 145 146 147 148 149 150 151 |
| 260 | 1 | 5 | 10 | 17 190 191 192 193 194 195 196 197 198 |
| 261 | 1 | 3 | 10 | 17 106 107 108 109 111 113 115 117 126 |
| 262 | 2 | 5 9 | 10 | 71 72 73 74 75 76 77 78 80 82 |
| 263 | 2 | 4 5 | 9 | 47 124 125 126 128 129 133 137 141 |
| 264 | 3 | 4 5 8 | 8 | 17 158 159 160 161 162 163 178 |
| 265 | 3 | 5 7 10 | 9 | 23 164 165 166 167 168 176 180 199 |
| 266 | 2 | 5 7 | 10 | 23 24 31 34 37 40 43 54 58 83 |
| 267 | 2 | 2 5 | 9 | 17 97 98 99 100 101 102 103 107 |
| 268 | 2 | 3 6 | 9 | 1 10 15 27 196 197 198 199 200 |
| 269 | 1 | 5 | 8 | 67 68 69 71 74 80 83 86 |
| 270 | 4 | 2 3 5 6 | 9 | 11 16 28 182 183 185 188 191 194 |
| 271 | 1 | 3 | 9 | 35 188 189 190 191 192 193 194 195 |
| 272 | 2 | 4 5 | 10 | 37 132 133 134 135 136 137 138 139 140 |
| 273 | 3 | 5 7 8 | 10 | 1 2 3 4 5 18 197 198 199 200 |
| 274 | 2 | 1 10 | 10 | 66 67 68 70 72 74 76 78 80 82 |
| 275 | 2 | 5 10 | 7 | 38 176 179 181 183 185 187 |
| 276 | 2 | 3 6 | 10 | 26 87 88 89 91 93 95 97 99 101 |
| 277 | 2 | 5 9 | 10 | 8 10 12 14 16 23 26 29 32 48 |
| 278 | 2 | 5 8 | 3 | 16 22 200 |
| 279 | 2 | 5 9 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 18 |
| 280 | 1 | 10 | 8 | 26 170 172 174 175 176 177 178 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 281 | 2 | 4 5 | 10 | 23 123 124 125 126 127 128 129 130 135 |
| 282 | 2 | 2 5 | 10 | 36 37 38 39 40 41 42 43 44 50 |
| 283 | 1 | 3 | 10 | 1 4 7 10 24 184 189 192 195 198 |
| 284 | 2 | 3 6 | 10 | 52 54 56 58 60 62 65 70 75 100 |
| 285 | 2 | 5 9 | 10 | 10 11 12 13 14 15 16 17 18 21 |
| 286 | 2 | 3 6 | 8 | 18 165 166 167 168 171 174 178 |
| 287 | 2 | 5 8 | 9 | 62 63 64 65 66 67 68 70 77 |
| 288 | 2 | 5 8 | 10 | 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 |
| 289 | 2 | 5 8 | 10 | 15 16 17 26 29 32 35 38 41 44 |
| 290 | 3 | 2 3 5 | 10 | 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 |
| 291 | 3 | 4 5 8 | 10 | 22 101 102 103 104 105 106 107 108 120 |
| 292 | 2 | 3 6 | 10 | 18 189 190 191 192 193 194 195 196 197 |
| 293 | 2 | 5 9 | 4 | 31 102 110 112 |
| 294 | 3 | 2 3 5 | 10 | 19 98 99 100 104 106 108 111 115 120 |
| 295 | 1 | 1 | 10 | 19 127 128 129 131 133 141 144 147 151 |
| 296 | 1 | 1 | 9 | 12 13 14 16 24 27 30 33 51 |
| 297 | 1 | 3 | 9 | 47 48 49 50 52 60 62 70 78 |
| 298 | 3 | 5 7 9 | 8 | 19 36 37 41 44 66 71 76 |
| 299 | 1 | 10 | 10 | 21 177 178 179 180 181 182 183 184 185 |
| 300 | 2 | 3 6 | 9 | 20 189 190 191 192 193 194 195 196 |
| 301 | 1 | 10 | 10 | 30 99 100 101 102 103 104 105 107 111 |
| 302 | 3 | 4 5 8 | 7 | 5 20 186 189 192 196 200 |
| 303 | 2 | 5 8 | 10 | 21 126 127 128 129 130 131 132 134 147 |
| 304 | 3 | 4 5 8 | 4 | 22 127 130 138 |
| 305 | 2 | 5 9 | 8 | 22 153 155 156 157 158 159 162 |
| 306 | 2 | 5 9 | 10 | 13 14 15 16 17 18 19 20 21 27 |
| 307 | 2 | 4 5 | 3 | 22 152 155 |
| 308 | 1 | 3 | 10 | 23 159 160 161 162 163 164 165 174 186 |
| 309 | 2 | 2 5 | 10 | 6 7 8 10 12 14 16 18 20 23 |
| 310 | 2 | 3 6 | 8 | 74 76 77 78 79 80 81 82 |
| 311 | 2 | 2 5 | 4 | 23 73 87 98 |
| 312 | 2 | 3 6 | 10 | 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 |
| 313 | 2 | 5 9 | 10 | 25 148 149 150 151 152 153 154 155 156 |
| 314 | 3 | 4 5 8 | 10 | 39 144 145 146 147 148 149 150 151 152 |
| 315 | 2 | 5 9 | 10 | 28 29 30 31 32 33 34 35 36 38 |
| 316 | 2 | 5 9 | 8 | 61 62 63 64 65 66 71 78 |
| 317 | 2 | 5 9 | 10 | 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 |
| 318 | 3 | 1 3 6 | 10 | 23 126 127 128 129 130 131 132 133 153 |
| 319 | 2 | 3 6 | 10 | 26 101 102 103 105 107 109 112 116 121 |
| 320 | 2 | 5 9 | 10 | 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 321 | 1 | 10 | 9 | 11 12 13 14 15 17 34 44 50 |
| 322 | 4 | 2 3 5 6 | 10 | 27 151 152 153 157 159 161 163 165 178 |
| 323 | 1 | 5 | 10 | 7 84 181 182 186 188 190 192 194 196 |
| 324 | 2 | 5 9 | 9 | 1 2 3 4 5 6 7 8 200 |
| 325 | 2 | 3 6 | 10 | 50 149 150 151 152 153 154 155 156 157 |
| 326 | 4 | 1 2 3 5 | 1 | 42 |
| 327 | 1 | 10 | 7 | 34 162 165 166 167 174 178 |
| 328 | 2 | 3 6 | 9 | 121 122 123 124 125 138 141 144 147 |
| 329 | 2 | 2 5 | 7 | 34 159 162 165 168 174 189 |
| 330 | 1 | 10 | 10 | 38 157 158 159 160 161 162 178 181 184 |
| 331 | 3 | 2 5 9 | 10 | 39 101 102 103 104 105 106 107 108 120 |
| 332 | 1 | 1 | 9 | 52 53 54 55 56 57 58 59 60 |
| 333 | 2 | 2 5 | 10 | 39 154 155 156 158 160 162 164 174 179 |
| 334 | 1 | 10 | 10 | 40 101 103 108 111 114 117 120 123 178 |
| 335 | 2 | 3 6 | 8 | 123 124 125 126 127 128 129 139 |
| 336 | 1 | 10 | 10 | 40 105 106 107 108 109 110 111 112 113 |
| 337 | 3 | 2 5 9 | 8 | 38 39 42 45 51 67 72 77 |
| 338 | 2 | 2 5 | 10 | 41 84 85 87 90 93 96 99 118 139 |
| 339 | 3 | 2 3 5 | 4 | 192 194 196 198 |
| 340 | 2 | 3 6 | 5 | 25 27 29 31 33 |
| 341 | 2 | 5 10 | 10 | 68 70 75 78 81 84 87 90 93 96 |
| 342 | 2 | 5 7 | 10 | 42 43 44 45 46 47 49 51 53 56 |
| 343 | 2 | 2 5 | 10 | 44 112 113 114 115 116 117 118 119 155 |
| 344 | 2 | 4 5 | 9 | 5 7 8 9 10 11 12 13 41 |
| 345 | 4 | 4 5 7 10 | 8 | 140 141 142 144 145 147 150 153 |
| 346 | 3 | 2 5 9 | 8 | 59 60 61 62 63 64 65 79 |
| 347 | 1 | 5 | 9 | 85 86 90 92 94 96 98 100 112 |
| 348 | 2 | 5 7 | 9 | 98 181 182 183 184 185 186 187 188 |
| 349 | 2 | 5 7 | 8 | 12 45 179 181 186 189 192 195 |
| 350 | 2 | 5 9 | 10 | 19 20 21 22 23 24 25 26 27 41 |
| 351 | 1 | 10 | 10 | 79 100 101 102 103 104 105 106 108 112 |
| 352 | 2 | 2 5 | 10 | 42 100 101 102 103 104 105 106 108 113 |
| 353 | 2 | 5 9 | 9 | 42 160 161 162 163 174 177 181 200 |
| 354 | 1 | 3 | 9 | 42 130 131 132 133 134 135 136 137 |
| 355 | 2 | 5 9 | 9 | 49 50 51 53 55 57 59 63 81 |
| 356 | 2 | 4 5 | 10 | 42 104 105 106 107 108 109 110 111 113 |
| 357 | 2 | 4 5 | 9 | 81 83 88 91 94 97 100 119 140 |
| 358 | 3 | 5 9 10 | 10 | 45 110 111 112 113 114 121 123 126 140 |
| 359 | 3 | 5 7 8 | 9 | 73 74 75 76 77 78 79 80 81 |
| 360 | 2 | 4 5 | 10 | 44 96 97 98 99 101 103 105 108 113 |

continua...

QUADRO 4: INSTÂNCIA I DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 361 | 2 | 5 9 | 7 | 44 113 115 116 117 118 140 |
| 362 | 1 | 1 | 9 | 45 136 137 138 139 140 149 151 179 |
| 363 | 1 | 1 | 8 | 45 99 100 101 102 103 104 114 |
| 364 | 1 | 1 | 3 | 1 6 57 |
| 365 | 1 | 1 | 9 | 43 44 47 49 51 53 55 57 59 |
| 366 | 3 | 5 7 10 | 10 | 82 172 173 174 175 176 177 179 182 185 |
| 367 | 1 | 10 | 10 | 58 161 162 163 164 165 166 167 179 182 |
| 368 | 2 | 4 5 | 8 | 59 61 72 75 78 81 84 97 |
| 369 | 1 | 10 | 9 | 45 46 48 50 52 54 56 58 60 |
| 370 | 1 | 10 | 7 | 191 192 194 196 197 198 199 |
| 371 | 2 | 2 5 | 9 | 130 132 134 136 142 145 148 151 154 |
| 372 | 2 | 4 5 | 7 | 46 113 127 130 133 136 141 |
| 373 | 1 | 10 | 10 | 46 137 138 139 140 143 146 149 152 156 |
| 374 | 1 | 5 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 82 200 |
| 375 | 1 | 5 | 10 | 46 113 114 115 116 117 118 119 120 143 |
| 376 | 1 | 10 | 9 | 60 61 62 63 64 65 66 71 83 |
| 377 | 1 | 10 | 8 | 59 136 137 138 145 147 150 179 |
| 378 | 2 | 5 10 | 9 | 93 94 95 100 102 104 106 109 114 |
| 379 | 1 | 10 | 10 | 86 87 88 89 90 91 92 93 94 97 |
| 380 | 2 | 5 10 | 10 | 46 121 122 123 124 125 126 127 131 141 |
| 381 | 1 | 10 | 10 | 60 165 166 167 168 169 170 172 175 179 |
| 382 | 2 | 2 5 | 10 | 4 47 166 171 174 177 182 187 194 199 |
| 383 | 1 | 1 | 7 | 63 64 65 66 68 71 83 |
| 384 | 1 | 1 | 10 | 23 47 142 143 144 145 147 149 151 153 |
| 385 | 1 | 1 | 9 | 112 113 114 115 116 117 118 119 179 |
| 386 | 1 | 5 | 9 | 48 154 155 156 158 159 160 162 180 |
| 387 | 1 | 1 | 10 | 74 75 77 79 82 85 88 91 94 97 |
| 388 | 2 | 2 5 | 10 | 48 136 137 138 139 140 141 156 163 186 |
| 389 | 1 | 1 | 10 | 62 63 64 65 66 67 68 69 71 83 |
| 390 | 1 | 1 | 8 | 84 85 86 87 94 97 100 103 |
| 391 | 1 | 5 | 9 | 84 115 116 117 118 119 120 121 122 |
| 392 | 1 | 1 | 9 | 17 18 19 20 21 24 27 30 42 |
| 393 | 1 | 1 | 9 | 53 55 57 59 61 63 68 73 78 |
| 394 | 2 | 2 5 | 9 | 56 57 58 59 60 61 62 63 84 |
| 395 | 1 | 1 | 9 | 169 170 171 172 173 174 175 176 180 |
| 396 | 1 | 1 | 10 | 84 169 170 171 172 173 174 175 176 187 |
| 397 | 3 | 1 2 5 | 7 | 51 54 57 60 69 88 114 |
| 398 | 1 | 1 | 9 | 21 23 24 25 27 29 31 33 85 |
| 399 | 2 | 2 5 | 10 | 43 44 45 46 47 48 49 50 51 85 |
| 400 | 1 | 5 | 9 | 85 94 95 96 97 98 99 107 109 |

Pesquisa do próprio autor

APÊNDICE B - QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC

Figura 26 - Figura da Instância N 02 do ITC.

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|
| | | | | 3 | 142 | 144 | 146 | 148 | 150 | 152 | 160 | 164 | 184 | | | | | | |
| 1 | 3 | 3 7 8 | 10 | 3 | 142 | 144 | 146 | 148 | 150 | 152 | 160 | 164 | 184 | | | | | | |
| 2 | 1 | 8 | 12 | 34 | 35 | 36 | 39 | 41 | 43 | 45 | 47 | 61 | 64 | 99 | 171 | | | | |
| 3 | 1 | 10 | 12 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 102 | 172 | | | | |
| 4 | 2 | 2 5 | 2 | 75 | 76 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 8 | 1 4 5 6 7 8 9 10 | 11 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 101 | | | | | |
| 6 | 2 | 4 7 | 11 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 40 | 108 | | | | | |
| 7 | 2 | 5 6 | 10 | 2 | 10 | 14 | 18 | 22 | 109 | 194 | 195 | 198 | 200 | | | | | | |
| 8 | 2 | 5 10 | 7 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 41 | 110 | | | | | | | | | |
| 9 | 1 | 1 | 11 | 144 | 146 | 148 | 150 | 152 | 154 | 156 | 158 | 162 | 164 | 172 | | | | | |
| 10 | 3 | 3 7 8 | 10 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 102 | 104 | 105 | 173 | | | | | | |
| 11 | 1 | 6 | 12 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 102 | 173 | | | | |
| 12 | 1 | 6 | 12 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 53 | 63 | 107 | 174 | | | | |
| 13 | 2 | 5 9 | 10 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 71 | 73 | 110 | | | | | | |
| 14 | 4 | 4 6 8 10 | 12 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 31 | 41 | 105 | 177 | | | | |
| 15 | 1 | 5 | 11 | 110 | 111 | 112 | 113 | 116 | 119 | 122 | 125 | 128 | 134 | 148 | | | | | |
| 16 | 2 | 4 8 | 12 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 178 | | | | |
| 17 | 1 | 10 | 12 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 144 | 148 | 178 | | | | |
| 18 | 1 | 5 | 8 | 108 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | | | | | | | | |
| 19 | 1 | 2 | 2 | 81 | 82 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 1 | 2 | 2 | 156 | 157 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 4 | 3 5 7 9 | 10 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 106 | | | | | | |
| 22 | 2 | 1 5 | 7 | 5 | 6 | 7 | 100 | 198 | 199 | 200 | | | | | | | | | |
| 23 | 1 | 9 | 11 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 157 | 159 | 161 | 163 | 165 | | | | | |
| 24 | 2 | 5 6 | 6 | 108 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | 3 | 9 | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | | | | | | | |
| 26 | 3 | 3 7 8 | 10 | 35 | 36 | 37 | 38 | 40 | 42 | 44 | 48 | 53 | 100 | | | | | | |
| 27 | 9 | 1 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 32 | 34 | 42 | 100 | | | | | | |
| 28 | 1 | 5 | 11 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 53 | 63 | 100 | | | | | |
| 29 | 2 | 5 10 | 7 | 56 | 62 | 65 | 68 | 72 | 76 | 100 | | | | | | | | | |
| 30 | 2 | 4 7 | 11 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 101 | | | | | |
| 31 | 1 | 4 | 9 | 132 | 134 | 136 | 138 | 140 | 152 | 156 | 160 | 164 | | | | | | | |
| 32 | 1 | 1 | 9 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 49 | 53 | 70 | 106 | | | | | | | |
| 33 | 5 | 1 5 7 8 9 | 11 | 101 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 177 | 179 | 181 | 183 | | | | | |
| 34 | 2 | 5 6 | 11 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 71 | 107 | | | | | |
| 35 | 3 | 3 7 8 | 7 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 33 | 63 | | | | | | | | | |
| 36 | 1 | 1 | 10 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | | | | | | |
| 37 | 4 | 1 5 9 10 | 7 | 44 | 46 | 48 | 49 | 50 | 64 | 103 | | | | | | | | | |
| 38 | 1 | 9 | 11 | 79 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | 90 | 92 | 94 | 105 | 111 | | | | | |
| 39 | 1 | 4 | 11 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 154 | | | | | |
| 40 | 1 | 5 | 11 | 41 | 42 | 43 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 74 | 102 | | | | | |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 41 | 6 | 1 3 5 7 8 9 | 4 | 19 20 31 101 |
| 42 | 1 | 2 | 2 | 11 12 |
| 43 | 1 | 2 | 2 | 85 86 |
| 44 | 2 | 3 7 | 6 | 18 23 24 28 30 101 |
| 45 | 1 | 1 | 11 | 1 2 3 4 5 108 196 197 198 199 200 |
| 46 | 2 | 5 10 | 11 | 128 130 132 137 140 143 146 149 152 155 158 |
| 47 | 2 | 2 9 | 0 | |
| 48 | 1 | 1 | 7 | 26 27 28 29 30 64 102 |
| 49 | 2 | 5 10 | 11 | 1 3 6 10 101 195 196 197 198 199 200 |
| 50 | 2 | 3 7 | 6 | 164 165 166 168 172 174 |
| 51 | 3 | 1 3 8 | 5 | 172 173 174 175 177 |
| 52 | 2 | 5 6 | 11 | 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 |
| 53 | 1 | 9 | 11 | 79 80 81 82 83 84 85 86 87 89 101 |
| 54 | 1 | 7 | 11 | 108 110 113 116 119 122 126 130 134 138 148 |
| 55 | 1 | 9 | 10 | 1 5 9 102 174 177 179 181 188 191 |
| 56 | 3 | 3 7 8 | 6 | 8 10 119 197 198 199 |
| 57 | 1 | 1 | 10 | 12 14 16 24 27 30 33 36 65 102 |
| 58 | 1 | 4 | 11 | 102 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 |
| 59 | 1 | 3 | 8 | 15 17 18 19 20 21 22 23 |
| 60 | 1 | 5 | 11 | 129 131 133 138 141 144 147 150 153 156 159 |
| 61 | 1 | 3 | 10 | 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 |
| 62 | 9 | 1 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 14 15 16 17 18 19 20 38 102 |
| 63 | 2 | 3 8 | 10 | 180 181 182 183 184 185 187 189 191 194 |
| 64 | 8 | 1 4 5 6 7 8 9 10 | 11 | 4 102 192 193 194 195 196 197 198 199 200 |
| 65 | 2 | 1 5 | 4 | 145 146 148 160 |
| 66 | 1 | 3 | 4 | 84 85 86 87 |
| 67 | 1 | 9 | 10 | 158 159 160 161 162 164 165 166 167 168 |
| 68 | 1 | 9 | 11 | 15 113 188 189 190 191 192 193 194 195 196 |
| 69 | 1 | 5 | 2 | 6 103 |
| 70 | 2 | 3 7 | 7 | 3 4 5 7 103 197 198 |
| 71 | 2 | 1 8 | 11 | 134 135 136 137 138 139 140 141 142 145 149 |
| 72 | 1 | 4 | 10 | 2 6 10 183 184 185 186 187 189 198 |
| 73 | 1 | 1 | 8 | 109 110 111 114 116 117 118 119 |
| 74 | 3 | 1 5 6 | 11 | 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 165 |
| 75 | 1 | 3 | 2 | 192 195 |
| 76 | 2 | 1 5 | 9 | 176 177 178 179 180 181 182 183 184 |
| 77 | 1 | 8 | 11 | 67 69 71 74 79 82 85 88 91 94 103 |
| 78 | 1 | 9 | 9 | 133 137 139 141 153 157 161 165 173 |
| 79 | 3 | 1 3 8 | 10 | 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 |
| 80 | 1 | 9 | 8 | 128 130 132 133 134 135 147 158 |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 81 | 1 | 1 | 11 | 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 |
| 82 | 2 | 1 8 | 10 | 95 96 97 98 99 100 102 103 104 109 |
| 83 | 4 | 1 5 9 10 | 4 | 137 139 141 143 |
| 84 | 1 | 9 | 11 | 7 8 9 10 12 19 22 32 36 66 103 |
| 85 | 3 | 3 7 8 | 10 | 55 56 57 59 60 61 63 65 67 112 |
| 86 | 1 | 3 | 6 | 140 142 143 144 145 146 |
| 87 | 3 | 5 7 9 | 11 | 1 2 3 7 103 195 196 197 198 199 200 |
| 88 | 1 | 9 | 7 | 94 95 96 97 98 100 103 |
| 89 | 1 | 9 | 11 | 1 2 3 4 8 107 196 197 198 199 200 |
| 90 | 1 | 5 | 11 | 11 12 13 14 15 16 17 18 19 25 109 |
| 91 | 1 | 3 | 8 | 49 51 53 54 55 56 57 58 |
| 92 | 1 | 2 | 2 | 1 200 |
| 93 | 3 | 3 7 8 | 10 | 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 |
| 94 | 1 | 4 | 4 | 4 5 6 7 |
| 95 | 2 | 3 7 | 10 | 167 168 169 171 172 173 174 175 176 177 |
| 96 | 1 | 4 | 3 | 126 127 167 |
| 97 | 4 | 4 5 6 10 | 11 | 2 9 108 185 186 188 190 192 194 196 198 |
| 98 | 1 | 1 | 10 | 41 43 45 47 49 56 59 62 65 68 |
| 99 | 2 | 5 6 | 11 | 149 150 151 152 153 154 155 156 157 159 162 |
| 100 | 2 | 5 9 | 11 | 88 89 90 91 92 93 94 95 96 98 104 |
| 101 | 1 | 3 | 10 | 17 18 22 24 26 28 30 32 34 67 |
| 102 | 4 | 4 5 6 10 | 11 | 32 33 34 35 38 39 40 41 42 67 104 |
| 103 | 1 | 3 | 10 | 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 |
| 104 | 2 | 3 7 | 10 | 117 118 119 120 122 123 124 143 146 150 |
| 105 | 3 | 1 2 5 | 2 | 166 167 |
| 106 | 1 | 4 | 11 | 104 171 172 173 174 175 176 178 180 182 194 |
| 107 | 2 | 5 9 | 11 | 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 124 |
| 108 | 2 | 1 8 | 11 | 49 50 51 52 53 54 62 64 66 68 114 |
| 109 | 2 | 3 9 | 5 | 73 74 76 77 105 |
| 110 | 1 | 4 | 11 | 87 88 89 90 91 92 93 94 103 105 108 |
| 111 | 2 | 5 6 | 11 | 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 |
| 112 | 4 | 4 5 6 10 | 10 | 115 116 117 119 121 123 125 127 129 134 |
| 113 | 1 | 4 | 11 | 38 39 42 44 46 48 51 54 57 70 105 |
| 114 | 1 | 8 | 11 | 106 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 |
| 115 | 1 | 9 | 8 | 140 141 142 143 144 148 149 150 |
| 116 | 1 | 8 | 11 | 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 149 |
| 117 | 2 | 5 6 | 3 | 125 127 151 |
| 118 | 2 | 5 6 | 10 | 164 165 166 167 168 169 170 171 172 174 |
| 119 | 2 | 2 5 | 2 | 27 28 |
| 120 | 1 | 1 | 11 | 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 121 | 1 | 2 | 2 | 192 193 |
| 122 | 1 | 4 | 10 | 3 11 15 19 26 111 186 187 190 192 |
| 123 | 2 | 3 7 | 7 | 54 55 59 60 61 62 106 |
| 124 | 1 | 8 | 10 | 66 67 68 74 76 78 80 82 84 110 |
| 125 | 4 | 1 5 9 10 | 3 | 172 173 196 |
| 126 | 1 | 5 | 11 | 45 46 47 48 49 50 51 52 54 68 107 |
| 127 | 1 | 8 | 7 | 58 59 61 70 72 74 112 |
| 128 | 1 | 1 | 9 | 146 147 148 149 154 158 162 166 170 |
| 129 | 2 | 4 5 | 5 | 48 50 54 68 107 |
| 130 | 2 | 1 8 | 11 | 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 117 |
| 131 | 2 | 3 4 | 10 | 60 61 63 65 67 75 79 83 91 111 |
| 132 | 2 | 2 9 | 2 | 136 149 |
| 133 | 3 | 3 4 8 | 8 | 145 147 149 151 153 155 161 166 |
| 134 | 4 | 1 5 9 10 | 11 | 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 149 |
| 135 | 1 | 5 | 11 | 3 10 109 184 187 189 191 193 195 197 199 |
| 136 | 1 | 3 | 10 | 2 11 190 192 194 195 196 197 198 199 |
| 137 | 1 | 9 | 11 | 2 4 68 150 188 190 192 194 196 198 200 |
| 138 | 1 | 2 | 2 | 75 76 |
| 139 | 1 | 4 | 10 | 43 44 45 46 47 48 49 50 69 111 |
| 140 | 3 | 1 5 8 | 11 | 111 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 |
| 141 | 3 | 3 4 7 | 7 | 24 26 27 28 29 90 112 |
| 142 | 1 | 9 | 11 | 125 126 127 128 129 130 131 132 133 135 150 |
| 143 | 1 | 9 | 11 | 107 111 114 117 120 123 127 131 135 139 150 |
| 144 | 4 | 1 5 9 10 | 4 | 101 102 103 104 |
| 145 | 3 | 1 5 6 | 11 | 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 |
| 146 | 1 | 2 | 2 | 169 170 |
| 147 | 1 | 3 | 8 | 123 125 131 133 135 137 139 141 |
| 148 | 3 | 3 4 7 | 3 | 14 16 120 |
| 149 | 2 | 5 6 | 7 | 24 25 31 33 35 77 116 |
| 150 | 1 | 3 | 6 | 41 42 43 44 69 77 |
| 151 | 1 | 3 | 7 | 13 25 28 31 34 37 69 |
| 152 | 4 | 4 5 6 10 | 9 | 115 179 180 181 182 184 190 192 195 |
| 153 | 4 | 4 5 6 10 | 11 | 5 6 7 8 9 10 11 12 13 17 115 |
| 154 | 1 | 3 | 10 | 135 136 139 141 143 145 153 156 159 162 |
| 155 | 5 | 3 4 5 7 9 | 9 | 79 81 82 83 84 85 86 87 92 |
| 156 | 1 | 5 | 11 | 74 75 78 79 80 81 83 85 87 92 116 |
| 157 | 1 | 1 | 10 | 36 37 38 39 40 41 42 43 57 69 |
| 158 | 2 | 5 6 | 5 | 146 147 148 149 163 |
| 159 | 2 | 3 7 | 10 | 4 7 11 182 184 186 188 190 192 194 |
| 160 | 1 | 3 | 9 | 56 57 58 59 60 61 62 63 78 |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 161 | 1 | 1 | 11 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 33 | 38 | 70 | 123 | |
| 162 | 3 | 3 4 7 | 8 | 126 | 127 | 132 | 136 | 138 | 140 | 142 | 151 | | | | |
| 163 | 1 | 5 | 8 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | | | | |
| 164 | 1 | 5 | 11 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 167 | 168 | |
| 165 | 1 | 2 | 2 | 93 | 94 | | | | | | | | | | |
| 166 | 2 | 1 8 | 11 | 123 | 141 | 142 | 146 | 149 | 152 | 155 | 158 | 170 | 174 | 178 | |
| 167 | 4 | 4 5 7 9 | 11 | 18 | 116 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | |
| 168 | 1 | 9 | 11 | 134 | 135 | 136 | 139 | 142 | 145 | 148 | 151 | 154 | 157 | 160 | |
| 169 | 1 | 9 | 5 | 60 | 63 | 66 | 70 | 119 | | | | | | | |
| 170 | 4 | 1 5 9 10 | 11 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 124 | 128 | 132 | 136 | 141 | 151 | |
| 171 | 1 | 8 | 11 | 104 | 106 | 108 | 114 | 117 | 120 | 123 | 126 | 129 | 135 | 151 | |
| 172 | 1 | 9 | 11 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 154 | 157 | 160 | 163 | 165 | |
| 173 | 2 | 1 8 | 11 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | |
| 174 | 2 | 2 5 | 2 | 58 | 59 | | | | | | | | | | |
| 175 | 1 | 4 | 11 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 117 | |
| 176 | 1 | 5 | 3 | 134 | 135 | 136 | | | | | | | | | |
| 177 | 3 | 3 7 8 | 10 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | | |
| 178 | 1 | 9 | 4 | 153 | 154 | 165 | 168 | | | | | | | | |
| 179 | 1 | 5 | 11 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 57 | 59 | 61 | 71 | 124 | |
| 180 | 1 | 4 | 8 | 34 | 35 | 40 | 49 | 52 | 55 | 58 | 70 | | | | |
| 181 | 1 | 3 | 10 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | | |
| 182 | 1 | 5 | 9 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 64 | 65 | 66 | 70 | | | |
| 183 | 3 | 1 5 6 | 11 | 119 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | |
| 184 | 2 | 1 5 | 11 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 145 | 147 | 149 | 151 | |
| 185 | 1 | 5 | 10 | 39 | 40 | 41 | 42 | 45 | 53 | 55 | 57 | 71 | 119 | | |
| 186 | 1 | 3 | 10 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 47 | 49 | 65 | 71 | | |
| 187 | 3 | 1 5 6 | 9 | 142 | 143 | 144 | 145 | 151 | 155 | 159 | 163 | 175 | | | |
| 188 | 2 | 4 7 | 11 | 31 | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 85 | 120 | |
| 189 | 3 | 1 2 5 | 2 | 165 | 166 | | | | | | | | | | |
| 190 | 2 | 5 10 | 10 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | | |
| 191 | 1 | 2 | 2 | 47 | 48 | | | | | | | | | | |
| 192 | 2 | 5 6 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 193 | 1 | 1 | 11 | 89 | 90 | 91 | 93 | 95 | 97 | 99 | 101 | 103 | 105 | 120 | |
| 194 | 2 | 5 10 | 11 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 26 | 121 | |
| 195 | 4 | 3 5 7 9 | 10 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | | |
| 196 | 1 | 8 | 3 | 13 | 14 | 164 | | | | | | | | | |
| 197 | 1 | 1 | 10 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 54 | 56 | 58 | 72 | 120 | | |
| 198 | 2 | 3 8 | 10 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | | |
| 199 | 2 | 7 8 | 11 | 40 | 41 | 43 | 45 | 47 | 49 | 52 | 55 | 67 | 71 | 120 | |
| 200 | 4 | 4 5 6 10 | 11 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 121 | |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| | | | | 68 | 70 | 72 | 77 | 80 | 83 | 86 | 89 | 92 | 96 | 121 | | |
| 201 | 4 | 1 5 6 8 | 11 | 68 | 70 | 72 | 77 | 80 | 83 | 86 | 89 | 92 | 96 | 121 | | |
| 202 | 1 | 5 | 6 | 1 | 2 | 71 | 152 | 199 | 200 | | | | | | | |
| 203 | 1 | 3 | 10 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | | | |
| 204 | 1 | 7 | 11 | 124 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 168 | 171 | 175 | 191 | | |
| 205 | 1 | 4 | 11 | 33 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 50 | 59 | 72 | 121 | | |
| 206 | 1 | 4 | 11 | 38 | 39 | 40 | 45 | 47 | 49 | 51 | 53 | 59 | 75 | 121 | | |
| 207 | 1 | 2 | 2 | 58 | 59 | | | | | | | | | | | |
| 208 | 1 | 9 | 11 | 12 | 121 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | | |
| 209 | 1 | 1 | 11 | 65 | 66 | 73 | 78 | 81 | 84 | 87 | 90 | 93 | 97 | 122 | | |
| 210 | 3 | 1 5 9 | 10 | 29 | 122 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 181 | 185 | | | |
| 211 | 1 | 3 | 10 | 105 | 107 | 109 | 115 | 118 | 121 | 124 | 127 | 130 | 136 | | | |
| 212 | 3 | 5 7 9 | 11 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 156 | 158 | 160 | 162 | 164 | 166 | | |
| 213 | 2 | 5 10 | 6 | 20 | 26 | 27 | 28 | 29 | 121 | | | | | | | |
| 214 | 1 | 7 | 11 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 125 | | |
| 215 | 1 | 4 | 11 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 152 | | |
| 216 | 2 | 5 9 | 11 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 60 | 72 | 122 | | |
| 217 | 2 | 5 6 | 11 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 133 | 136 | 139 | 142 | 145 | 152 | | |
| 218 | 4 | 3 4 7 8 | 8 | 36 | 37 | 41 | 50 | 53 | 56 | 60 | 72 | | | | | |
| 219 | 2 | 2 5 | 2 | 30 | 33 | | | | | | | | | | | |
| 220 | 4 | 3 5 7 9 | 8 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | | | | | |
| 221 | 2 | 7 8 | 11 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 72 | 122 | | |
| 222 | 1 | 2 | 2 | 37 | 38 | | | | | | | | | | | |
| 223 | 1 | 7 | 11 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 123 | | |
| 224 | 2 | 5 10 | 11 | 93 | 122 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 186 | 188 | 190 | 192 | | |
| 225 | 2 | 5 10 | 10 | 156 | 157 | 158 | 159 | 161 | 162 | 163 | 164 | 166 | 169 | | | |
| 226 | 2 | 5 6 | 11 | 137 | 138 | 140 | 142 | 144 | 152 | 155 | 158 | 161 | 164 | 166 | | |
| 227 | 3 | 5 7 9 | 11 | 27 | 122 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 186 | | |
| 228 | 2 | 2 9 | 2 | 76 | 77 | | | | | | | | | | | |
| 229 | 1 | 5 | 11 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 78 | 122 | | |
| 230 | 4 | 1 5 6 8 | 8 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 39 | 123 | | | | | |
| 231 | 2 | 5 10 | 11 | 81 | 82 | 83 | 84 | 86 | 88 | 90 | 92 | 94 | 96 | 123 | | |
| 232 | 1 | 9 | 11 | 28 | 125 | 144 | 145 | 147 | 150 | 153 | 156 | 159 | 172 | 176 | | |
| 233 | 2 | 5 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 25 | 27 | 29 | 73 | 123 | | |
| 234 | 2 | 2 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| 235 | 2 | 1 5 | 10 | 55 | 56 | 57 | 60 | 61 | 62 | 64 | 66 | 73 | 123 | | | |
| 236 | 1 | 3 | 10 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 20 | 23 | 34 | 39 | 73 | | | |
| 237 | 1 | 5 | 10 | 1 | 4 | 28 | 123 | 185 | 187 | 189 | 191 | 193 | 195 | | | |
| 238 | 2 | 4 5 | 11 | 29 | 124 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | | |
| 239 | 2 | 5 10 | 11 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 104 | 106 | 124 | | |
| 240 | 1 | 8 | 11 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 50 | 53 | 56 | 68 | 73 | 124 | | |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 241 | 1 | 3 | 5 | 45 | 46 | 47 | 50 | 61 | | | | | | | |
| 242 | 3 | 4 7 8 | 11 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 125 | |
| 243 | 1 | 1 | 11 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 126 | |
| 244 | 4 | 4 5 6 10 | 10 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | 157 | |
| 245 | 1 | 5 | 10 | 59 | 60 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 69 | 74 | | 125 | |
| 246 | 2 | 3 4 | 7 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 160 | 165 | | | | | |
| 247 | 1 | 9 | 3 | 138 | 140 | 142 | | | | | | | | | |
| 248 | 2 | 3 7 | 10 | 55 | 56 | 57 | 58 | 68 | 80 | 84 | 88 | 94 | | 124 | |
| 249 | 2 | 3 4 | 8 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 83 | | | | |
| 250 | 1 | 1 | 10 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | | 124 | |
| 251 | 4 | 3 5 7 9 | 8 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 44 | 64 | 74 | | | | |
| 252 | 4 | 1 5 6 8 | 11 | 123 | 124 | 127 | 129 | 131 | 133 | 135 | 137 | 139 | 146 | 152 | |
| 253 | 2 | 3 7 | 7 | 45 | 47 | 49 | 51 | 61 | 78 | 125 | | | | | |
| 254 | 1 | 5 | 11 | 121 | 122 | 123 | 124 | 131 | 134 | 137 | 140 | 143 | 146 | 153 | |
| 255 | 1 | 3 | 10 | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | | 78 | |
| 256 | 1 | 8 | 6 | 75 | 76 | 77 | 78 | 80 | 125 | | | | | | |
| 257 | 4 | 3 4 7 8 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 75 | 169 | 197 | 198 | 199 | | 200 | |
| 258 | 1 | 3 | 10 | 105 | 106 | 109 | 111 | 113 | 115 | 117 | 119 | 121 | | 123 | |
| 259 | 4 | 4 5 6 10 | 11 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 75 | 125 | 188 | 189 | 191 | 193 | |
| 260 | 1 | 3 | 10 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | | 159 | |
| 261 | 2 | 2 5 | 2 | 55 | 56 | | | | | | | | | | |
| 262 | 1 | 4 | 11 | 152 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | |
| 263 | 1 | 9 | 11 | 42 | 44 | 46 | 48 | 54 | 57 | 60 | 63 | 66 | 94 | 126 | |
| 264 | 2 | 1 5 | 11 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 153 | |
| 265 | 3 | 2 3 9 | 2 | 176 | 178 | | | | | | | | | | |
| 266 | 1 | 4 | 11 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 58 | 60 | 62 | 85 | 126 | |
| 267 | 1 | 8 | 10 | 79 | 126 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | | 191 | |
| 268 | 2 | 4 8 | 11 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 75 | 126 | |
| 269 | 8 | 1 4 5 6 7 8 9 10 | 11 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 126 | |
| 270 | 1 | 8 | 11 | 75 | 127 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 174 | 184 | 187 | |
| 271 | 1 | 5 | 11 | 75 | 127 | 140 | 143 | 148 | 151 | 154 | 157 | 169 | 173 | 177 | |
| 272 | 1 | 2 | 2 | 171 | 172 | | | | | | | | | | |
| 273 | 2 | 5 6 | 10 | 131 | 132 | 133 | 134 | 136 | 144 | 146 | 148 | 150 | | 153 | |
| 274 | 1 | 2 | 2 | 182 | 183 | | | | | | | | | | |
| 275 | 1 | 1 | 11 | 125 | 126 | 128 | 130 | 132 | 134 | 136 | 138 | 140 | 147 | 153 | |
| 276 | 1 | 2 | 2 | 76 | 77 | | | | | | | | | | |
| 277 | 2 | 5 10 | 9 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 76 | 154 | | | |
| 278 | 4 | 1 5 9 10 | 9 | 69 | 70 | 71 | 73 | 74 | 75 | 76 | 79 | 127 | | | |
| 279 | 1 | 3 | 10 | 76 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 175 | 185 | | 188 | |
| 280 | 4 | 1 2 5 8 | 2 | 73 | 74 | | | | | | | | | | |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 281 | 1 | 5 | 8 | 167 183 184 185 186 187 188 189 |
| 282 | 1 | 3 | 10 | 113 114 118 120 122 124 126 128 130 138 |
| 283 | 2 | 5 9 | 10 | 59 62 64 66 73 77 81 85 89 153 |
| 284 | 3 | 1 5 8 | 5 | 57 60 63 74 156 |
| 285 | 1 | 2 | 2 | 153 154 |
| 286 | 1 | 8 | 11 | 65 66 67 68 69 70 71 72 73 79 154 |
| 287 | 1 | 2 | 2 | 50 52 |
| 288 | 3 | 1 5 8 | 8 | 3 7 76 178 180 182 190 199 |
| 289 | 2 | 5 6 | 11 | 13 14 15 16 17 18 19 20 21 77 154 |
| 290 | 4 | 1 5 9 10 | 11 | 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 167 |
| 291 | 4 | 1 5 9 10 | 9 | 76 136 137 138 139 140 141 161 186 |
| 292 | 1 | 9 | 4 | 137 138 139 141 |
| 293 | 1 | 4 | 11 | 53 54 55 56 57 58 59 60 62 81 168 |
| 294 | 1 | 9 | 10 | 61 62 63 64 65 66 67 69 77 155 |
| 295 | 2 | 5 10 | 11 | 109 112 115 118 121 125 129 133 137 147 155 |
| 296 | 1 | 1 | 11 | 7 8 9 10 11 12 13 14 23 77 155 |
| 297 | 1 | 8 | 11 | 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 |
| 298 | 2 | 2 5 | 2 | 36 37 |
| 299 | 1 | 8 | 7 | 42 58 61 64 67 77 161 |
| 300 | 1 | 9 | 11 | 79 157 188 189 190 191 192 193 194 195 196 |
| 301 | 1 | 9 | 11 | 3 4 5 6 7 8 9 10 11 80 168 |
| 302 | 1 | 8 | 3 | 84 95 155 |
| 303 | 1 | 8 | 4 | 172 174 176 178 |
| 304 | 2 | 1 5 | 11 | 108 109 110 111 112 114 116 118 120 122 155 |
| 305 | 2 | 5 6 | 11 | 23 24 25 26 27 28 29 30 31 78 155 |
| 306 | 2 | 1 5 | 11 | 82 83 84 85 86 87 88 89 90 94 163 |
| 307 | 1 | 2 | 2 | 129 131 |
| 308 | 1 | 8 | 11 | 118 119 120 125 132 135 138 141 144 147 156 |
| 309 | 1 | 2 | 2 | 85 86 |
| 310 | 3 | 3 4 7 | 7 | 32 33 35 37 43 65 78 |
| 311 | 1 | 1 | 11 | 31 32 33 40 42 44 46 51 63 82 169 |
| 312 | 1 | 5 | 11 | 23 24 25 26 27 28 29 30 31 78 156 |
| 313 | 1 | 8 | 11 | 4 5 6 11 13 21 31 35 40 86 156 |
| 314 | 2 | 3 4 | 10 | 8 79 174 175 176 177 178 179 180 181 |
| 315 | 2 | 1 8 | 11 | 37 38 39 40 41 47 49 51 61 80 161 |
| 316 | 1 | 5 | 11 | 78 81 83 85 87 89 91 93 95 106 156 |
| 317 | 1 | 4 | 11 | 27 28 29 30 31 32 33 34 35 80 157 |
| 318 | 1 | 2 | 2 | 191 193 |
| 319 | 1 | 9 | 11 | 87 88 92 94 96 98 100 102 104 106 158 |
| 320 | 2 | 1 8 | 11 | 50 51 52 53 55 58 61 64 67 95 157 |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 321 | 2 | 1 5 | 6 | 88 89 90 91 94 179 |
| 322 | 2 | 5 9 | 8 | 157 179 180 181 182 183 186 187 |
| 323 | 1 | 8 | 10 | 61 63 65 67 69 71 73 75 77 80 |
| 324 | 1 | 2 | 2 | 194 195 |
| 325 | 4 | 1 3 4 8 | 8 | 126 127 131 132 133 134 138 170 |
| 326 | 1 | 3 | 10 | 137 138 139 140 141 142 143 144 145 147 |
| 327 | 2 | 1 5 | 11 | 5 10 15 83 158 179 180 181 184 187 190 |
| 328 | 1 | 2 | 2 | 43 44 |
| 329 | 2 | 5 9 | 11 | 56 57 58 59 60 61 62 63 66 81 158 |
| 330 | 3 | 1 5 8 | 11 | 107 108 110 112 114 116 118 120 122 124 162 |
| 331 | 1 | 4 | 10 | 2 5 98 159 186 188 190 192 194 196 |
| 332 | 1 | 3 | 10 | 6 7 8 9 10 11 12 13 14 107 |
| 333 | 1 | 2 | 2 | 189 190 |
| 334 | 1 | 8 | 9 | 32 33 34 39 41 43 45 52 81 |
| 335 | 1 | 8 | 9 | 86 87 88 89 90 91 92 93 94 |
| 336 | 4 | 4 5 6 10 | 10 | 117 118 119 120 121 122 123 124 139 171 |
| 337 | 2 | 4 8 | 11 | 1 2 3 4 5 106 159 197 198 199 200 |
| 338 | 1 | 4 | 11 | 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 172 |
| 339 | 1 | 5 | 6 | 59 62 65 68 81 162 |
| 340 | 1 | 5 | 10 | 2 5 9 81 183 185 187 189 191 193 |
| 341 | 4 | 4 5 6 10 | 10 | 5 6 7 8 9 10 11 12 13 81 |
| 342 | 2 | 7 8 | 11 | 32 35 37 39 41 43 46 52 62 82 169 |
| 343 | 1 | 2 | 2 | 14 15 |
| 344 | 1 | 3 | 4 | 6 7 15 82 |
| 345 | 1 | 9 | 11 | 83 170 189 190 191 192 193 194 195 196 197 |
| 346 | 1 | 1 | 10 | 19 20 21 22 23 24 25 26 27 83 |
| 347 | 2 | 5 6 | 11 | 32 33 34 35 36 37 38 39 40 84 160 |
| 348 | 2 | 5 6 | 10 | 21 22 23 24 25 26 37 40 95 168 |
| 349 | 2 | 5 6 | 9 | 82 160 176 177 178 183 189 191 193 |
| 350 | 8 | 1 4 5 6 7 8 9 10 | 11 | 78 79 80 85 87 89 91 93 95 97 160 |
| 351 | 1 | 5 | 11 | 136 137 138 139 140 141 142 143 144 148 161 |
| 352 | 1 | 2 | 1 | 95 |
| 353 | 2 | 5 6 | 11 | 69 70 71 72 73 82 84 86 88 96 161 |
| 354 | 8 | 1 4 5 6 7 8 9 10 | 11 | 104 105 106 107 113 115 117 119 121 123 169 |
| 355 | 1 | 9 | 9 | 17 19 20 21 22 23 24 99 161 |
| 356 | 3 | 1 5 6 | 9 | 60 61 62 63 64 65 66 78 82 |
| 357 | 4 | 4 5 6 10 | 11 | 1 3 5 83 162 189 191 193 195 197 199 |
| 358 | 4 | 4 5 6 10 | 7 | 38 39 51 54 57 62 84 |
| 359 | 1 | 5 | 10 | 72 73 74 75 76 77 78 79 83 170 |
| 360 | 2 | 5 6 | 7 | 55 58 61 64 67 96 162 |

continua...

QUADRO 5: INSTÂNCIA II DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|---|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 153 | 170 | 1 | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 163 | 196 | 197 | 199 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 96 | 170 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 62 | 96 | 163 | 2 | 5 | 1 | 6 | 1 | 200 | 142 | 143 | 6 | 11 | 16 | 98 | 175 | 176 | 182 | 185 | 188 | 191 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 163 | 99 | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 107 | 70 | 72 | 73 | 75 | 77 | 79 | 81 | 83 | 96 | 77 | 79 | 81 | 83 | 85 | 87 | 89 | 91 | 93 | 97 | 3 | 3 | 6 | 197 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 107 | 163 | 200 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 108 | 163 | 97 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 162 | 187 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 48 | 50 | 52 | 63 | 97 | 175 | 79 | 80 | 83 | 97 | 99 | 1 | 3 | 7 | 12 | 17 | 99 | 164 | 197 | 198 | 199 | 200 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 74 | 97 | 23 | 26 | 29 | 32 | 35 | 38 | 97 | 165 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 98 | 2 | 4 | 8 | 13 | 18 | 100 | 166 | 193 | 194 | 195 | 196 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 98 | 166 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 64 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 100 | 173 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 193 | 98 | 180 | 182 | 188 | 69 | 70 | 71 | 72 | 74 | 78 | 82 | 90 | 107 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 25 | 101 | 171 | 8 | 9 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 46 | 52 | 98 | 169 | 99 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 99 | 171 | 168 | 173 | 175 | 177 | 1 | 2 | 109 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 99 | 143 | 145 | 147 | 149 | 151 | 153 | 163 | 183 | 198 | 9 | 14 | 30 | 101 | 170 | 177 | 178 | 183 | 186 | 189 | 192 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 176 | 4 | 8 | 99 | 171 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 200 |
| 361 | 2 | 7 8 | 11 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 153 | 170 | 1 | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 163 | 196 | 197 | 199 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 96 | 170 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 62 | 96 | 163 | 2 | 5 | 1 | 6 | 1 | 200 | 142 | 143 | 6 | 11 | 16 | 98 | 175 | 176 | 182 | 185 | 188 | 191 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 163 | 99 | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 107 | 70 | 72 | 73 | 75 | 77 | 79 | 81 | 83 | 96 | 77 | 79 | 81 | 83 | 85 | 87 | 89 | 91 | 93 | 97 | 3 | 3 | 6 | 197 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 107 | 163 | 200 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 108 | 163 | 97 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 162 | 187 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 48 | 50 | 52 | 63 | 97 | 175 | 79 | 80 | 83 | 97 | 99 | 1 | 3 | 7 | 12 | 17 | 99 | 164 | 197 | 198 | 199 | 200 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 74 | 97 | 23 | 26 | 29 | 32 | 35 | 38 | 97 | 165 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 98 | 2 | 4 | 8 | 13 | 18 | 100 | 166 | 193 | 194 | 195 | 196 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 98 | 166 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 64 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 100 | 173 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 193 | 98 | 180 | 182 | 188 | 69 | 70 | 71 | 72 | 74 | 78 | 82 | 90 | 107 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 25 | 101 | 171 | 8 | 9 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 46 | 52 | 98 | 169 | 99 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 99 | 171 | 168 | 173 | 175 | 177 | 1 | 2 | 109 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 99 | 143 | 145 | 147 | 149 | 151 | 153 | 163 | 183 | 198 | 9 | 14 | 30 | 101 | 170 | 177 | 178 | 183 | 186 | 189 | 192 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 176 | 4 | 8 | 99 | 171 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 200 |

Pesquisa do próprio autor

APÊNDICE C - QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC

Figura 27 - Figura da Instância N 03 do ITC.

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| | | | | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 134 | | | | |
| 1 | 1 | 8 | 9 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 134 | | | | |
| 2 | 8 | 1 3 4 5 6 7 8 10 | 11 | 122 | 124 | 126 | 128 | 130 | 132 | 134 | 136 | 138 | 169 | 198 | | |
| 3 | 2 | 3 7 | 11 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 127 | 129 | 131 | 198 | | |
| 4 | 1 | 5 | 7 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 164 | 165 | | | | | | |
| 5 | 1 | 2 | 5 | 62 | 78 | 82 | 127 | 199 | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 8 | 11 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 38 | 40 | 42 | 44 | 91 | 199 | | |
| 7 | 8 | 1 3 4 5 6 7 8 10 | 11 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 199 | | |
| 8 | 4 | 4 5 7 8 | 11 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 200 | | |
| 9 | 1 | 8 | 9 | 43 | 45 | 47 | 49 | 51 | 53 | 55 | 89 | 200 | | | | |
| 10 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 90 | | | |
| 11 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 173 | | | |
| 12 | 1 | 5 | 10 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | | | |
| 13 | 3 | 1 4 5 | 11 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 200 | | |
| 14 | 1 | 7 | 11 | 1 | 53 | 54 | 55 | 56 | 58 | 61 | 76 | 81 | 86 | 92 | | |
| 15 | 1 | 5 | 11 | 1 | 135 | 136 | 138 | 141 | 144 | 147 | 150 | 153 | 156 | 159 | | |
| 16 | 1 | 8 | 10 | 1 | 4 | 7 | 16 | 187 | 188 | 189 | 192 | 195 | 198 | | | |
| 17 | 1 | 5 | 11 | 1 | 2 | 4 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | | |
| 18 | 1 | 9 | 10 | 120 | 121 | 122 | 124 | 128 | 132 | 136 | 140 | 145 | 150 | | | |
| 19 | 2 | 2 9 | 9 | 1 | 99 | 100 | 101 | 102 | 104 | 112 | 118 | 127 | | | | |
| 20 | 1 | 4 | 10 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 90 | | | |
| 21 | 1 | 4 | 11 | 2 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 98 | | |
| 22 | 1 | 5 | 10 | 2 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | | |
| 23 | 2 | 3 7 | 11 | 2 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 176 | 178 | 180 | 182 | | |
| 24 | 8 | 1 3 4 5 6 7 8 10 | 11 | 3 | 38 | 39 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 90 | | |
| 25 | 3 | 1 4 5 | 10 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 156 | 159 | 162 | 165 | 170 | | | |
| 26 | 3 | 3 7 9 | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 28 | 31 | 34 | 90 | | | |
| 27 | 1 | 2 | 6 | 4 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | | | | | | |
| 28 | 1 | 7 | 11 | 4 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 20 | | |
| 29 | 2 | 4 5 | 9 | 5 | 96 | 97 | 100 | 102 | 108 | 112 | 120 | 128 | | | | |
| 30 | 8 | 1 3 4 5 6 7 8 10 | 11 | 5 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 72 | 91 | | |
| 31 | 1 | 9 | 10 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 82 | 91 | | | |
| 32 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 156 | | | |
| 33 | 1 | 2 | 10 | 145 | 147 | 149 | 151 | 153 | 155 | 157 | 166 | 169 | 172 | | | |
| 34 | 1 | 7 | 10 | 27 | 28 | 29 | 30 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 91 | | | |
| 35 | 1 | 9 | 5 | 32 | 33 | 34 | 39 | 91 | | | | | | | | |
| 36 | 3 | 3 7 9 | 10 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | | | |
| 37 | 1 | 2 | 5 | 41 | 49 | 51 | 53 | 73 | | | | | | | | |
| 38 | 1 | 5 | 10 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 167 | 170 | 173 | | | |
| 39 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 119 | 121 | 124 | 127 | 135 | 139 | 143 | 147 | 151 | | | | |
| 40 | 1 | 8 | 10 | 1 | 3 | 16 | 187 | 188 | 191 | 193 | 195 | 197 | 199 | | | |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 41 | 3 | 3 7 9 | 10 | 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 |
| 42 | 1 | 7 | 8 | 20 21 22 23 24 25 40 93 |
| 43 | 1 | 4 | 10 | 7 10 13 21 195 196 197 198 199 200 |
| 44 | 1 | 7 | 3 | 49 53 93 |
| 45 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 114 116 118 125 129 133 137 141 146 160 |
| 46 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 132 134 139 142 145 148 151 154 157 160 |
| 47 | 1 | 5 | 10 | 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 |
| 48 | 1 | 8 | 2 | 55 56 |
| 49 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 61 62 63 64 65 66 67 68 73 99 |
| 50 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 5 | 2 6 21 183 189 |
| 51 | 1 | 7 | 9 | 3 7 22 174 175 184 187 190 199 |
| 52 | 3 | 1 4 5 | 10 | 18 19 20 21 22 29 31 33 40 135 |
| 53 | 1 | 9 | 9 | 92 93 95 97 99 101 104 118 137 |
| 54 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 126 127 128 129 130 131 150 162 |
| 55 | 1 | 7 | 10 | 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 |
| 56 | 1 | 5 | 10 | 1 3 10 13 16 19 22 195 196 197 |
| 57 | 1 | 5 | 3 | 154 156 157 |
| 58 | 1 | 4 | 10 | 53 54 55 56 58 60 63 66 119 128 |
| 59 | 1 | 4 | 9 | 2 5 8 23 183 190 193 196 199 |
| 60 | 1 | 7 | 10 | 45 46 47 48 49 61 64 81 120 129 |
| 61 | 1 | 7 | 10 | 2 4 11 14 17 20 23 198 199 200 |
| 62 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 33 34 35 36 37 38 39 47 73 94 |
| 63 | 3 | 3 7 9 | 10 | 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 |
| 64 | 1 | 5 | 7 | 44 46 48 50 52 54 94 |
| 65 | 2 | 4 5 | 10 | 43 44 45 46 49 52 55 58 77 94 |
| 66 | 1 | 5 | 8 | 90 92 96 98 105 110 118 136 |
| 67 | 1 | 5 | 8 | 3 4 5 6 7 8 9 130 |
| 68 | 1 | 2 | 10 | 62 63 64 65 66 72 74 77 80 95 |
| 69 | 3 | 1 4 5 | 10 | 77 78 79 80 81 82 83 84 85 131 |
| 70 | 9 | 1 2 3 4 5 6 -7 8 9 10 | 3 | 8 23 196 |
| 71 | 1 | 9 | 9 | 4 8 23 193 195 196 197 198 200 |
| 72 | 3 | 3 7 9 | 10 | 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 |
| 73 | 1 | 7 | 10 | 116 118 120 122 124 126 128 130 140 144 |
| 74 | 1 | 7 | 10 | 91 92 93 97 99 102 105 114 118 163 |
| 75 | 1 | 8 | 10 | 106 107 108 109 110 111 112 113 118 131 |
| 76 | 3 | 3 7 9 | 10 | 147 148 149 150 151 152 153 154 155 166 |
| 77 | 1 | 4 | 8 | 129 130 131 139 141 143 145 147 |
| 78 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 113 114 115 116 117 118 120 129 132 135 |
| 79 | 1 | 9 | 10 | 98 99 100 101 102 103 105 111 119 132 |
| 80 | 4 | 4 5 7 8 | 10 | 49 50 51 52 53 54 55 58 75 97 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 81 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 3 6 9 24 186 188 190 192 |
| 82 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 46 48 50 52 59 72 77 82 87 95 |
| 83 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 18 19 20 21 22 23 24 25 26 |
| 84 | 3 | 1 4 5 | 10 | 84 85 88 90 92 94 96 98 121 132 |
| 85 | 1 | 4 | 9 | 125 126 127 128 129 130 131 132 133 |
| 86 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 130 131 132 133 134 136 140 144 148 152 |
| 87 | 5 | 1 4 5 7 8 | 10 | 112 113 119 126 130 134 138 142 147 161 |
| 88 | 3 | 3 7 9 | 10 | 109 110 111 112 113 114 115 116 119 132 |
| 89 | 1 | 7 | 10 | 17 19 21 23 25 27 29 31 33 97 |
| 90 | 1 | 8 | 10 | 14 15 16 17 18 19 20 21 22 24 |
| 91 | 3 | 3 7 9 | 9 | 99 100 101 102 104 106 111 119 141 |
| 92 | 3 | 1 4 5 | 10 | 82 83 84 85 86 87 88 90 92 96 |
| 93 | 1 | 5 | 9 | 116 122 125 128 137 141 145 149 157 |
| 94 | 1 | 4 | 10 | 17 18 19 20 21 37 41 45 50 133 |
| 95 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 59 60 61 62 63 64 65 67 74 96 |
| 96 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 100 101 102 103 104 105 106 112 122 133 |
| 97 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 1 2 3 4 5 196 197 198 199 200 |
| 98 | 1 | 7 | 9 | 108 109 110 111 112 113 114 119 134 |
| 99 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 4 | 113 115 117 118 |
| 100 | 1 | 9 | 10 | 74 75 76 77 78 79 80 81 82 97 |
| 101 | 1 | 4 | 10 | 123 124 125 126 127 128 129 130 131 143 |
| 102 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 148 149 150 151 152 153 154 155 156 158 |
| 103 | 1 | 8 | 7 | 59 63 64 71 73 75 148 |
| 104 | 1 | 8 | 5 | 153 154 163 168 171 |
| 105 | 1 | 8 | 5 | 64 79 83 119 138 |
| 106 | 3 | 1 4 5 | 4 | 48 59 76 134 |
| 107 | 1 | 2 | 10 | 123 125 127 129 131 133 135 137 139 171 |
| 108 | 3 | 3 7 9 | 7 | 60 61 63 80 84 120 139 |
| 109 | 1 | 8 | 10 | 106 107 108 109 110 111 114 117 120 144 |
| 110 | 1 | 9 | 3 | 35 36 159 |
| 111 | 3 | 3 7 9 | 4 | 54 55 75 164 |
| 112 | 1 | 5 | 10 | 37 39 41 47 50 53 56 59 78 135 |
| 113 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 6 | 164 165 166 168 169 181 |
| 114 | 3 | 1 4 5 | 9 | 121 122 129 132 135 139 143 148 160 |
| 115 | 1 | 8 | 10 | 2 3 4 5 6 7 8 9 41 135 |
| 116 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 105 106 107 108 109 110 111 113 120 135 |
| 117 | 3 | 1 4 5 | 8 | 65 67 69 70 72 74 76 149 |
| 118 | 1 | 9 | 10 | 12 13 14 15 16 17 18 19 20 136 |
| 119 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 5 | 137 138 139 140 141 |
| 120 | 1 | 7 | 10 | 25 26 27 28 34 38 42 46 51 136 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 121 | 1 | 7 | 10 | 171 172 173 174 175 176 177 178 179 183 |
| 122 | 3 | 1 4 5 | 9 | 67 68 69 70 72 84 88 93 136 |
| 123 | 1 | 8 | 10 | 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 |
| 124 | 1 | 2 | 10 | 76 77 78 79 80 81 89 91 93 136 |
| 125 | 1 | 9 | 10 | 102 103 104 105 106 107 110 113 149 161 |
| 126 | 1 | 4 | 6 | 95 96 97 98 109 136 |
| 127 | 3 | 1 4 5 | 10 | 137 138 139 140 141 142 143 144 145 161 |
| 128 | 1 | 5 | 10 | 22 23 24 25 26 27 28 36 41 137 |
| 129 | 1 | 9 | 9 | 57 59 61 63 65 67 70 75 137 |
| 130 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 56 58 60 62 64 66 68 71 76 138 |
| 131 | 3 | 1 4 5 | 10 | 160 161 162 164 166 168 170 172 174 176 |
| 132 | 3 | 3 7 9 | 10 | 50 51 52 53 54 55 56 57 75 137 |
| 133 | 1 | 5 | 10 | 75 76 77 78 79 80 82 84 86 162 |
| 134 | 1 | 7 | 6 | 63 66 73 89 94 137 |
| 135 | 1 | 9 | 10 | 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 |
| 136 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 77 78 79 80 81 82 83 84 85 139 |
| 137 | 1 | 9 | 9 | 141 142 143 144 146 147 148 149 151 |
| 138 | 3 | 1 4 5 | 10 | 99 100 101 102 103 104 105 113 120 147 |
| 139 | 1 | 2 | 10 | 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 |
| 140 | 1 | 2 | 10 | 52 53 54 55 56 62 64 67 76 162 |
| 141 | 1 | 9 | 10 | 8 9 10 11 12 13 14 15 16 25 |
| 142 | 1 | 4 | 8 | 140 141 142 143 144 150 152 161 |
| 143 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 |
| 144 | 1 | 9 | 10 | 142 143 144 145 146 147 148 149 150 162 |
| 145 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 90 91 92 94 98 114 120 140 |
| 146 | 1 | 2 | 10 | 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 |
| 147 | 1 | 4 | 10 | 175 176 177 178 183 185 187 189 191 193 |
| 148 | 4 | 4 5 7 8 | 4 | 12 13 17 28 |
| 149 | 1 | 4 | 1 | 142 |
| 150 | 1 | 2 | 10 | 100 102 104 106 108 110 118 121 124 163 |
| 151 | 1 | 4 | 10 | 5 6 7 8 9 12 15 18 21 25 |
| 152 | 3 | 3 7 9 | 10 | 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 |
| 153 | 1 | 2 | 8 | 16 18 20 22 26 29 32 162 |
| 154 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 48 49 50 51 52 53 54 55 81 |
| 155 | 1 | 9 | 6 | 90 91 93 94 98 167 |
| 156 | 1 | 4 | 10 | 109 110 111 112 113 114 115 116 121 143 |
| 157 | 1 | 8 | 10 | 42 43 44 45 46 47 48 49 50 144 |
| 158 | 1 | 4 | 10 | 33 34 35 36 37 39 41 43 45 163 |
| 159 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 11 16 26 176 177 182 184 186 188 |
| 160 | 1 | 7 | 10 | 151 152 153 154 155 156 157 158 159 163 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 161 | 2 | 2 9 | 10 | 71 72 73 74 75 77 79 82 123 144 |
| 162 | 1 | 9 | 10 | 147 148 149 150 151 152 166 169 172 175 |
| 163 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 127 130 133 136 140 144 150 164 |
| 164 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 62 63 64 65 66 67 69 71 94 145 |
| 165 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 6 | 187 188 189 190 191 192 |
| 166 | 3 | 1 4 5 | 4 | 133 136 140 146 |
| 167 | 1 | 8 | 10 | 7 9 11 13 15 17 19 21 23 27 |
| 168 | 1 | 9 | 10 | 10 12 16 19 22 25 34 38 42 165 |
| 169 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 56 57 58 59 60 61 62 63 82 164 |
| 170 | 3 | 1 4 5 | 10 | 1 2 3 4 5 6 8 11 14 27 |
| 171 | 3 | 1 4 5 | 10 | 133 137 140 143 146 149 152 155 158 165 |
| 172 | 3 | 1 4 5 | 10 | 11 12 13 14 15 16 17 18 19 27 |
| 173 | 1 | 4 | 10 | 40 41 42 43 44 45 46 56 78 165 |
| 174 | 1 | 5 | 10 | 3 4 5 6 7 8 9 10 11 165 |
| 175 | 1 | 4 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 166 199 200 |
| 176 | 1 | 8 | 10 | 84 85 86 87 88 89 90 115 121 166 |
| 177 | 1 | 5 | 9 | 147 148 149 150 151 152 153 154 184 |
| 178 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 74 75 76 77 78 79 80 81 82 166 |
| 179 | 1 | 4 | 4 | 150 151 152 166 |
| 180 | 3 | 1 4 5 | 9 | 45 46 47 48 49 50 51 52 53 |
| 181 | 1 | 9 | 9 | 60 61 62 63 64 65 66 68 167 |
| 182 | 3 | 1 4 5 | 4 | 55 56 82 171 |
| 183 | 1 | 4 | 10 | 104 105 106 107 108 109 110 114 121 167 |
| 184 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 7 | 47 48 50 52 54 83 172 |
| 185 | 1 | 5 | 10 | 99 100 101 102 103 104 106 143 148 167 |
| 186 | 1 | 9 | 10 | 141 142 143 144 149 157 160 163 166 172 |
| 187 | 1 | 7 | 8 | 107 108 109 110 111 112 113 114 |
| 188 | 1 | 9 | 10 | 67 68 69 70 76 78 80 83 124 167 |
| 189 | 1 | 4 | 7 | 79 80 83 85 92 95 182 |
| 190 | 1 | 9 | 10 | 29 30 31 32 33 34 35 36 45 168 |
| 191 | 3 | 1 4 5 | 10 | 3 6 9 174 184 186 191 194 197 200 |
| 192 | 1 | 8 | 10 | 10 11 12 13 14 15 16 17 19 168 |
| 193 | 1 | 8 | 10 | 37 38 39 40 41 42 43 44 54 169 |
| 194 | 1 | 5 | 8 | 16 17 18 19 20 21 28 177 |
| 195 | 1 | 4 | 10 | 66 67 68 69 70 71 72 73 82 174 |
| 196 | 1 | 4 | 10 | 5 6 7 8 9 10 11 12 13 183 |
| 197 | 2 | 2 9 | 10 | 122 123 124 125 126 127 128 130 133 168 |
| 198 | 1 | 4 | 8 | 115 116 118 119 137 141 145 151 |
| 199 | 1 | 5 | 8 | 88 89 90 91 93 94 96 168 |
| 200 | 1 | 2 | 7 | 16 17 18 19 20 21 169 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 201 | 3 | 3 7 9 | 8 | 135 137 138 140 142 144 146 172 |
| 202 | 1 | 9 | 10 | 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 |
| 203 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 70 71 72 73 74 81 83 85 87 170 |
| 204 | 1 | 9 | 9 | 158 159 163 165 167 171 173 175 178 |
| 205 | 1 | 8 | 6 | 114 115 116 117 121 122 |
| 206 | 1 | 7 | 10 | 57 58 59 60 61 62 63 64 83 169 |
| 207 | 1 | 8 | 10 | 86 87 89 91 93 95 97 99 125 169 |
| 208 | 1 | 4 | 10 | 3 4 5 6 7 8 9 10 12 185 |
| 209 | 3 | 3 7 9 | 8 | 178 179 180 181 183 184 185 186 |
| 210 | 3 | 3 7 9 | 6 | 96 100 108 111 114 152 |
| 211 | 5 | 1 4 5 7 8 | 10 | 46 47 48 49 50 51 52 53 54 169 |
| 212 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 178 200 |
| 213 | 1 | 7 | 10 | 101 103 105 107 109 111 119 122 125 170 |
| 214 | 3 | 3 7 9 | 9 | 26 27 28 29 30 31 32 33 34 |
| 215 | 1 | 5 | 8 | 96 97 98 103 105 114 121 179 |
| 216 | 4 | 4 5 7 8 | 10 | 24 25 26 27 28 29 30 31 41 170 |
| 217 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 29 30 31 32 33 34 35 37 43 171 |
| 218 | 3 | 3 7 9 | 10 | 154 155 156 157 158 159 160 162 165 171 |
| 219 | 1 | 8 | 8 | 57 59 61 63 65 68 83 180 |
| 220 | 1 | 4 | 10 | 118 120 123 126 129 138 142 146 150 172 |
| 221 | 1 | 5 | 10 | 105 106 107 108 109 110 111 114 121 171 |
| 222 | 1 | 5 | 9 | 13 17 20 23 26 35 39 43 180 |
| 223 | 1 | 4 | 9 | 44 46 48 50 52 54 56 58 172 |
| 224 | 1 | 9 | 10 | 65 67 69 71 73 75 77 79 83 172 |
| 225 | 2 | 2 5 | 9 | 96 98 100 102 104 112 118 122 173 |
| 226 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 163 164 165 166 168 169 170 171 173 |
| 227 | 3 | 3 7 9 | 10 | 137 138 139 140 141 142 155 158 161 175 |
| 228 | 3 | 3 7 9 | 10 | 146 148 150 152 154 156 165 168 171 175 |
| 229 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 96 97 98 99 100 102 106 115 122 173 |
| 230 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 32 33 34 35 36 37 38 39 43 173 |
| 231 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 3 | 70 72 173 |
| 232 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 57 58 59 60 61 63 65 68 83 173 |
| 233 | 1 | 2 | 10 | 115 117 123 127 131 135 139 144 149 179 |
| 234 | 3 | 3 7 9 | 7 | 25 26 27 37 39 51 183 |
| 235 | 1 | 9 | 8 | 10 11 12 13 14 15 29 174 |
| 236 | 1 | 9 | 10 | 122 123 124 125 126 127 128 129 130 174 |
| 237 | 1 | 2 | 8 | 145 146 147 151 153 163 166 175 |
| 238 | 3 | 1 4 5 | 10 | 66 67 68 69 70 71 72 73 83 174 |
| 239 | 1 | 2 | 10 | 63 64 65 66 67 68 69 70 84 174 |
| 240 | 1 | 4 | 10 | 26 27 28 32 34 36 38 40 43 175 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 241 | 1 | 8 | 7 | 104 106 108 110 112 115 176 |
| 242 | 2 | 2 9 | 10 | 29 30 31 33 35 37 39 41 44 176 |
| 243 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 88 89 90 91 92 93 94 95 96 181 |
| 244 | 3 | 1 4 5 | 10 | 125 126 127 129 131 133 135 137 139 180 |
| 245 | 1 | 8 | 9 | 1 4 7 12 17 192 194 196 198 |
| 246 | 1 | 8 | 10 | 163 164 165 166 167 168 169 170 171 176 |
| 247 | 1 | 2 | 10 | 1 186 187 188 189 191 193 195 197 199 |
| 248 | 3 | 3 7 9 | 10 | 100 101 102 103 104 105 106 115 141 177 |
| 249 | 1 | 2 | 9 | 35 36 37 38 39 40 41 42 44 |
| 250 | 3 | 3 7 9 | 10 | 47 49 51 57 60 73 78 83 88 177 |
| 251 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 4 | 147 148 149 151 |
| 252 | 1 | 5 | 10 | 98 99 100 101 102 103 112 115 140 178 |
| 253 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 108 109 110 111 112 119 121 131 134 |
| 254 | 1 | 4 | 8 | 90 91 92 93 94 95 97 98 |
| 255 | 5 | 1 4 5 7 8 | 9 | 2 5 8 13 20 189 190 191 199 |
| 256 | 3 | 1 4 5 | 10 | 49 50 51 53 55 57 59 69 84 182 |
| 257 | 1 | 2 | 10 | 7 8 9 10 11 12 19 37 44 178 |
| 258 | 1 | 8 | 10 | 2 183 184 185 190 192 194 196 198 200 |
| 259 | 3 | 3 7 9 | 10 | 69 70 71 72 73 74 75 76 84 182 |
| 260 | 1 | 2 | 9 | 99 100 102 106 108 110 120 123 179 |
| 261 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 123 124 128 131 134 138 142 146 153 185 |
| 262 | 1 | 4 | 10 | 74 75 76 77 78 79 80 81 84 179 |
| 263 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 106 107 108 109 110 111 113 116 167 |
| 264 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 5 | 75 76 86 90 96 |
| 265 | 3 | 3 7 9 | 9 | 113 114 115 116 117 118 119 121 180 |
| 266 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 38 40 42 48 51 57 64 85 179 |
| 267 | 1 | 8 | 5 | 187 188 189 190 192 |
| 268 | 1 | 8 | 6 | 101 104 107 137 141 180 |
| 269 | 1 | 9 | 9 | 1 7 13 180 184 187 189 191 193 |
| 270 | 3 | 1 4 5 | 10 | 6 7 8 9 10 11 12 13 14 181 |
| 271 | 1 | 8 | 10 | 152 153 154 155 156 157 158 159 160 180 |
| 272 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 94 96 98 100 103 112 116 122 194 |
| 273 | 1 | 2 | 8 | 155 156 159 161 163 167 169 186 |
| 274 | 1 | 9 | 10 | 63 64 66 68 70 74 79 84 89 181 |
| 275 | 1 | 9 | 9 | 170 171 172 173 175 176 177 178 181 |
| 276 | 3 | 3 7 9 | 8 | 2 193 194 195 196 197 198 200 |
| 277 | 4 | 4 5 7 8 | 6 | 101 109 112 147 154 186 |
| 278 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 22 23 24 29 35 39 43 47 52 181 |
| 279 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 2 | 180 184 |
| 280 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 81 82 83 84 85 86 87 88 89 181 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 281 | 1 | 5 | 9 | 56 57 58 59 60 61 62 64 85 |
| 282 | 1 | 5 | 10 | 127 128 129 130 131 132 133 134 135 181 |
| 283 | 1 | 4 | 10 | 114 115 116 117 118 119 120 121 123 185 |
| 284 | 1 | 8 | 10 | 35 36 37 38 39 40 41 42 44 182 |
| 285 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 53 56 58 60 62 64 66 77 85 183 |
| 286 | 1 | 8 | 10 | 145 146 147 148 155 158 161 164 168 181 |
| 287 | 1 | 9 | 10 | 42 43 44 45 46 47 48 49 86 184 |
| 288 | 3 | 3 7 9 | 4 | 15 16 17 181 |
| 289 | 1 | 7 | 6 | 155 156 162 170 173 182 |
| 290 | 1 | 2 | 6 | 43 44 46 56 65 182 |
| 291 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 7 | 103 107 108 110 116 122 200 |
| 292 | 1 | 7 | 10 | 100 101 102 103 104 105 106 122 124 186 |
| 293 | 1 | 9 | 9 | 94 95 96 98 100 103 112 116 123 |
| 294 | 1 | 8 | 9 | 57 58 59 60 61 68 70 72 95 |
| 295 | 1 | 5 | 7 | 176 177 178 179 180 181 187 |
| 296 | 1 | 7 | 1 | 182 |
| 297 | 1 | 9 | 9 | 66 67 68 69 70 71 72 73 86 |
| 298 | 1 | 5 | 10 | 170 171 172 173 174 175 177 179 181 184 |
| 299 | 3 | 1 4 5 | 10 | 18 20 22 24 26 28 30 32 87 185 |
| 300 | 1 | 7 | 9 | 3 6 9 14 21 193 195 197 200 |
| 301 | 1 | 8 | 10 | 1 190 191 192 193 194 195 196 197 198 |
| 302 | 2 | 2 9 | 9 | 36 37 41 43 45 47 49 51 182 |
| 303 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 62 65 67 69 71 75 80 85 90 183 |
| 304 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 183 |
| 305 | 3 | 1 4 5 | 10 | 4 5 6 7 8 9 10 11 14 183 |
| 306 | 1 | 4 | 1 | 152 |
| 307 | 1 | 8 | 7 | 2 194 195 197 198 199 200 |
| 308 | 1 | 7 | 5 | 77 81 85 123 195 |
| 309 | 1 | 7 | 8 | 98 99 100 101 103 107 119 123 |
| 310 | 3 | 3 7 9 | 9 | 45 47 49 51 53 55 57 91 97 |
| 311 | 1 | 2 | 10 | 92 93 94 95 101 104 107 116 123 192 |
| 312 | 1 | 5 | 8 | 1 5 15 180 181 182 188 191 |
| 313 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 24 25 26 28 29 30 31 184 |
| 314 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 35 36 37 38 39 40 41 42 45 193 |
| 315 | 1 | 4 | 5 | 101 104 107 124 186 |
| 316 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 17 19 21 25 27 30 33 45 184 |
| 317 | 2 | 2 9 | 10 | 138 139 140 141 142 143 144 145 146 185 |
| 318 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 67 68 69 70 71 73 75 78 85 185 |
| 319 | 1 | 4 | 10 | 3 117 119 121 123 125 127 129 138 142 |
| 320 | 1 | 7 | 10 | 123 124 128 130 132 134 136 138 140 185 |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 321 | 1 | 4 | 9 | 98 | 103 | 105 | 107 | 109 | 111 | 122 | 125 | 193 | | | | |
| 322 | 3 | 1 4 5 | 8 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 85 | 185 | | | | | |
| 323 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 4 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 70 | | | | |
| 324 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 26 | 194 | | | | |
| 325 | 1 | 4 | 9 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | | | | |
| 326 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 47 | 57 | 74 | 87 | | | | |
| 327 | 1 | 5 | 9 | 143 | 144 | 145 | 146 | 151 | 153 | 156 | 159 | 171 | | | | |
| 328 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 5 | 65 | 71 | 74 | 83 | 87 | | | | | | | | |
| 329 | 1 | 8 | 9 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 43 | 45 | 86 | 186 | | | | |
| 330 | 3 | 3 7 9 | 10 | 9 | 12 | 15 | 186 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | | | |
| 331 | 1 | 4 | 6 | 124 | 126 | 134 | 138 | 142 | 186 | | | | | | | |
| 332 | 3 | 1 4 5 | 9 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 117 | 124 | | | | |
| 333 | 3 | 3 7 9 | 10 | 30 | 31 | 32 | 33 | 36 | 40 | 44 | 48 | 55 | 187 | | | |
| 334 | 1 | 2 | 9 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 86 | | | | |
| 335 | 1 | 4 | 8 | 10 | 15 | 22 | 178 | 179 | 183 | 185 | 187 | | | | | |
| 336 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 187 | | | |
| 337 | 1 | 9 | 9 | 46 | 188 | 189 | 190 | 192 | 194 | 196 | 198 | 200 | | | | |
| 338 | 1 | 5 | 9 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | | | | |
| 339 | 1 | 5 | 8 | 32 | 33 | 34 | 35 | 42 | 44 | 46 | 87 | | | | | |
| 340 | 1 | 7 | 10 | 14 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 36 | 40 | 47 | 187 | | | |
| 341 | 3 | 1 4 5 | 10 | 98 | 99 | 101 | 103 | 105 | 107 | 109 | 117 | 125 | 188 | | | |
| 342 | 1 | 9 | 10 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 194 | | | |
| 343 | 5 | 1 4 5 7 8 | 9 | 87 | 88 | 89 | 90 | 93 | 110 | 118 | 126 | 189 | | | | |
| 344 | 1 | 7 | 9 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 188 | | | | |
| 345 | 1 | 9 | 10 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 188 | | | |
| 346 | 1 | 7 | 4 | 42 | 43 | 44 | 55 | | | | | | | | | |
| 347 | 1 | 7 | 6 | 25 | 27 | 29 | 31 | 35 | 37 | | | | | | | |
| 348 | 1 | 7 | 10 | 2 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 199 | | | |
| 349 | 1 | 8 | 9 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | | | | |
| 350 | 1 | 2 | 10 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 37 | 41 | 48 | 188 | | | |
| 351 | 1 | 5 | 8 | 2 | 15 | 189 | 190 | 192 | 194 | 196 | 200 | | | | | |
| 352 | 1 | 8 | 9 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | | |
| 353 | 1 | 8 | 7 | 49 | 52 | 53 | 54 | 69 | 72 | 125 | | | | | | |
| 354 | 1 | 2 | 10 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 189 | | | |
| 355 | 1 | 4 | 4 | 26 | 28 | 30 | 36 | | | | | | | | | |
| 356 | 3 | 1 4 5 | 9 | 1 | 47 | 186 | 187 | 191 | 193 | 195 | 197 | 199 | | | | |
| 357 | 1 | 2 | 10 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 195 | | | |
| 358 | 3 | 1 4 5 | 10 | 179 | 180 | 181 | 182 | 184 | 186 | 188 | 190 | 192 | 196 | | | |
| 359 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 197 | | | |
| 360 | 1 | 9 | 5 | 36 | 38 | 40 | 55 | 190 | | | | | | | | |

continua...

QUADRO 6: INSTÂNCIA III DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 361 | 3 | 3 7 9 | 9 | 154 155 156 157 158 159 160 161 162 |
| 362 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 160 161 162 163 164 165 166 167 168 189 |
| 363 | 2 | 4 5 | 9 | 97 99 101 103 105 113 116 119 132 |
| 364 | 1 | 5 | 10 | 106 107 108 109 110 111 113 117 125 190 |
| 365 | 1 | 7 | 10 | 153 154 155 156 157 158 159 160 161 198 |
| 366 | 3 | 1 4 5 | 4 | 107 109 113 117 |
| 367 | 1 | 9 | 10 | 146 147 148 149 150 151 152 153 155 195 |
| 368 | 1 | 7 | 9 | 6 91 93 95 97 99 108 117 132 |
| 369 | 2 | 4 5 | 9 | 159 160 161 163 164 165 166 167 191 |
| 370 | 1 | 9 | 10 | 127 128 129 130 131 132 135 139 143 191 |
| 371 | 1 | 9 | 10 | 133 134 135 136 137 138 139 140 141 194 |
| 372 | 1 | 2 | 9 | 77 78 84 91 94 111 119 127 191 |
| 373 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 46 47 48 49 50 51 52 53 97 192 |
| 374 | 1 | 8 | 10 | 28 29 30 31 32 33 34 35 86 192 |
| 375 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 86 93 95 97 99 117 126 192 |
| 376 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 112 113 114 115 116 117 120 123 126 |
| 377 | 1 | 5 | 10 | 5 131 132 133 134 135 136 137 139 143 |
| 378 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 67 68 69 70 71 72 73 74 86 |
| 379 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 113 114 115 116 117 118 126 128 130 192 |
| 380 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 4 | 132 133 134 136 |
| 381 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 3 13 14 15 16 17 18 27 38 87 |
| 382 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 145 146 147 148 149 150 151 152 156 193 |
| 383 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 56 57 58 59 60 61 76 79 87 199 |
| 384 | 1 | 5 | 9 | 31 32 33 36 38 40 42 88 196 |
| 385 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 6 | 6 79 80 81 82 83 |
| 386 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 8 | 54 55 56 57 58 59 89 197 |
| 387 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 77 78 79 80 81 82 83 84 88 193 |
| 388 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 9 | 124 125 126 127 128 129 130 131 133 |
| 389 | 3 | 1 4 5 | 9 | 157 158 160 162 166 168 170 182 194 |
| 390 | 3 | 1 4 5 | 10 | 66 68 70 72 74 76 78 80 88 194 |
| 391 | 3 | 1 4 5 | 10 | 189 190 191 192 193 194 195 196 197 200 |
| 392 | 5 | 1 4 5 7 8 | 8 | 132 133 134 135 136 137 161 195 |
| 393 | 5 | 1 4 5 7 8 | 6 | 92 95 104 108 120 126 |
| 394 | 1 | 2 | 10 | 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 |
| 395 | 1 | 2 | 9 | 47 48 52 54 56 58 60 71 89 |
| 396 | 3 | 3 7 9 | 7 | 22 23 24 25 26 27 196 |
| 397 | 1 | 2 | 9 | 147 148 149 150 152 154 157 160 172 |
| 398 | 1 | 2 | 8 | 71 72 73 74 75 76 89 197 |
| 399 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 10 | 50 51 52 57 59 62 65 118 127 197 |
| 400 | 1 | 2 | 10 | 56 57 58 59 60 61 62 74 89 198 |

Pesquisa do próprio autor

APÊNDICE D - QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC

Figura 28 - Figura da Instância N 04 do ITC.

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 1 | 1 | 9 | 43 | 62 70 72 78 83 88 93 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 144 147 150 153 156 158 162 164 174 178 181 184 187 191 195 199 202 207 211 215 268 271 275 278 |
| 2 | 1 | 10 | 25 | 27 30 33 37 54 67 69 71 73 74 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 |
| 3 | 2 | 3 6 | 14 | 144 145 146 147 168 169 172 175 208 210 212 214 216 218 |
| 4 | 4 | 1 4 6 9 | 8 | 166 168 170 176 178 180 184 186 |
| 5 | 1 | 9 | 42 | 78 84 89 94 132 133 134 136 138 140 142 144 146 148 150 152 154 156 158 159 160 161 163 172 174 187 188 189 190 191 195 200 203 207 211 215 272 275 278 283 290 295 |
| 6 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 119 120 121 122 123 124 125 |
| 7 | 2 | 5 10 | 29 | 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 20 23 307 308 309 310 311 312 313 314 323 325 327 328 329 330 331 332 333 |
| 8 | 3 | 3 4 6 | 14 | 3 6 9 12 25 28 31 289 290 293 310 344 347 350 |
| 9 | 3 | 6 7 10 | 8 | 16 20 22 24 26 28 30 32 |
| 10 | 2 | 4 10 | 23 | 205 206 207 208 209 210 235 238 241 244 247 281 285 289 292 295 298 301 325 329 333 337 341 |
| 11 | 1 | 9 | 39 | 134 141 145 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 187 192 195 200 203 208 211 216 268 272 275 296 |
| 12 | 3 | 4 5 10 | 26 | 2 4 6 8 10 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 342 344 346 348 350 |
| 13 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 342 343 344 |
| 14 | 1 | 6 | 11 | 211 212 213 222 236 239 242 245 278 282 286 |
| 15 | 3 | 4 5 10 | 26 | 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 115 117 119 121 123 125 |
| 16 | 1 | 10 | 31 | 277 278 281 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 309 311 313 |
| 17 | 5 | 2 4 5 6 10 | 2 | 281 283 |
| 18 | 3 | 4 9 10 | 22 | 147 149 151 153 155 175 178 181 184 188 192 196 200 208 212 216 268 272 275 279 285 291 |
| 19 | 1 | 9 | 31 | 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 20 | 2 | 4 10 | 23 | 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 62 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 63 68 69 70 72 79 84 89 94 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 144 145 146 152 158 160 165 167 169 171 173 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 177 183 187 189 191 195 197 199 200 204 209 | | | | | | | | | | | |
| 21 | 2 | 9 10 | 31 | 212 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2 4 6 8 9 300 301 302 303 304 305 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 306 307 308 318 320 322 324 326 328 330 332 | | | | | | | | | | | |
| 22 | 4 | 4 6 9 10 | 15 | 334 336 338 340 342 344 346 348 350 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12 13 14 15 34 37 40 45 344 345 346 | | | | | | | | | | | |
| 23 | 4 | 6 7 8 10 | 2 | 347 348 349 350 | | | | | | | | | | | |
| 24 | 1 | 3 | 21 | 148 149 | | | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | 4 | 26 | 23 24 25 29 35 38 41 44 46 48 50 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 52 54 64 66 68 74 99 102 105 108 | | | | | | | | | | | |
| 26 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 2 4 6 8 10 12 14 16 18 334 335 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 347 348 349 350 | | | | | | | | | | | |
| 27 | 6 | 4 6 7 8 9 10 | 6 | 223 225 227 | | | | | | | | | | | |
| 28 | 1 | 3 | 24 | 166 167 169 170 171 172 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 180 181 183 184 185 186 187 188 189 190 191 | | | | | | | | | | | |
| 29 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 14 | 192 193 195 199 202 205 208 211 214 217 220 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 233 268 | | | | | | | | | | | |
| 30 | 1 | 6 | 14 | 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 179 180 181 | | | | | | | | | | | |
| 31 | 1 | 4 | 23 | 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 180 182 184 | | | | | | | | | | | |
| 32 | 1 | 9 | 42 | 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 130 131 132 134 135 136 137 138 139 140 142 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 143 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 90 91 92 93 94 215 216 217 218 219 220 | | | | | | | | | | | |
| 33 | 2 | 6 7 | 9 | 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 232 233 234 235 236 237 238 240 249 253 261 | | | | | | | | | | | |
| 34 | 1 | 9 | 43 | 262 264 265 269 286 287 88 289 291 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 181 182 183 185 186 187 188 189 190 | | | | | | | | | | | |
| 35 | 2 | 5 10 | 27 | 72 79 84 92 94 104 105 106 107 108 109 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 110 111 112 113 124 126 128 130 146 149 159 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 162 165 172 175 178 181 184 188 254 258 261 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 263 265 267 269 270 272 275 279 286 292 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 190 192 194 196 198 200 202 204 214 216 218 | | | | | | | | | | | |
| 36 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 219 220 221 222 223 224 225 226 230 234 255 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 259 262 264 266 268 | | | | | | | | | | | |
| 37 | 4 | 6 7 8 10 | 3 | 222 223 224 225 226 232 234 | | | | | | | | | | | |
| 38 | 1 | 10 | 31 | 147 148 149 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 3 4 302 303 304 305 306 307 308 309 | | | | | | | | | | | |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| | | | | 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 |
| 39 | 6 | 1 3 4 6 7 9 | 10 | 321 322 326 330 334 338 342 346 349 |
| 40 | 2 | 5 10 | 29 | 301 302 303 304 305 306 307 308 309 311 |
| | | | | 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 |
| | | | | 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 |
| | | | | 286 287 290 294 298 302 310 |
| 41 | 6 | 4 6 7 8 9 10 | 7 | 104 105 106 107 108 109 110 |
| 42 | 1 | 4 | 19 | 135 136 137 138 139 140 142 143 147 148 149 |
| | | | | 150 151 152 153 155 156 182 184 |
| 43 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 160 161 162 |
| 44 | 4 | 4 5 6 10 | 13 | 20 21 22 23 24 25 26 27 28 45 47 |
| | | | | 49 50 |
| 45 | 2 | 4 9 | 26 | 103 104 105 106 108 110 112 114 116 118 120 |
| | | | | 122 124 126 128 129 130 131 132 133 134 135 |
| | | | | 136 137 138 139 |
| 46 | 1 | 10 | 29 | 2 4 6 8 10 12 14 15 299 300 301 |
| | | | | 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 |
| | | | | 320 322 342 344 346 348 350 |
| 47 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 187 188 189 |
| 48 | 1 | 3 | 27 | 1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 |
| | | | | 34 38 45 58 332 333 334 335 336 337 338 |
| | | | | 339 340 342 345 348 |
| 49 | 1 | 3 | 27 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 11 13 |
| | | | | 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 |
| | | | | 37 39 45 47 350 |
| 50 | 1 | 3 | 27 | 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 125 |
| | | | | 127 129 131 147 150 160 163 169 173 176 179 |
| | | | | 182 185 189 256 260 |
| 51 | 2 | 3 6 | 16 | 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 |
| | | | | 46 47 48 49 50 |
| 52 | 1 | 6 | 16 | 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 |
| | | | | 59 60 61 62 63 |
| 53 | 4 | 1 4 6 9 | 8 | 70 80 85 89 93 100 103 106 |
| 54 | 3 | 4 6 9 | 16 | 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 |
| | | | | 176 177 178 179 180 |
| 55 | 1 | 10 | 18 | 221 249 251 253 255 257 259 261 263 265 267 |
| | | | | 269 271 273 274 275 276 277 |
| 56 | 1 | 9 | 33 | 58 73 79 84 89 94 259 260 261 262 263 |
| | | | | 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 |
| | | | | 275 276 278 280 282 283 287 294 295 297 298 |
| 57 | 1 | 9 | 39 | 69 70 73 79 206 207 208 209 213 214 215 |
| | | | | 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 |
| | | | | 227 228 229 230 231 232 234 241 249 253 257 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 58 | 5 | 4 6 7 8 10 | 7 | 262 264 266 269 275 280 |
| 59 | 1 | 6 | 16 | 78 79 80 81 82 83 84 |
| 60 | 1 | 6 | 16 | 209 210 211 212 213 214 221 230 233 236 239 |
| 61 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 241 243 245 247 249 |
| 62 | 3 | 6 7 10 | 10 | 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 |
| 63 | 4 | 4 6 7 10 | 10 | 281 282 283 284 285 |
| 64 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 280 281 282 283 284 285 286 |
| 65 | 1 | 3 | 27 | 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 |
| 66 | 1 | 3 | 27 | 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 |
| 67 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 |
| 68 | 2 | 3 4 | 22 | 80 81 82 |
| 69 | 1 | 10 | 31 | 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 |
| 70 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 165 179 181 183 185 186 187 188 189 190 191 |
| 71 | 1 | 6 | 15 | 192 193 194 196 198 |
| 72 | 1 | 3 | 27 | 27 30 33 38 45 64 314 315 316 317 318 |
| 73 | 1 | 9 | 43 | 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 |
| 74 | 1 | 10 | 31 | 330 331 332 333 334 |
| 75 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 157 158 159 |
| 76 | 8 | 2 3 4 5 6 7 8 10 | 3 | 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 |
| 77 | 1 | 9 | 39 | 161 162 163 164 173 178 181 185 189 193 196 |
| | | | | 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 |
| | | | | 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 |
| | | | | 305 306 307 308 309 310 311 312 350 |
| | | | | 202 203 204 |
| | | | | 238 239 240 241 243 244 245 246 247 248 249 |
| | | | | 250 251 252 253 |
| | | | | 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 |
| | | | | 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 |
| | | | | 244 245 246 247 250 |
| | | | | 86 87 88 90 95 235 236 237 238 239 240 |
| | | | | 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 |
| | | | | 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 |
| | | | | 263 264 265 266 269 273 276 280 287 292 |
| | | | | 3 6 23 26 29 31 33 51 255 256 257 |
| | | | | 258 259 260 261 262 263 264 265 287 289 304 |
| | | | | 307 310 313 315 317 319 321 323 325 |
| | | | | 130 131 135 137 139 141 143 145 147 149 151 |
| | | | | 153 155 157 |
| | | | | 197 198 199 |
| | | | | 76 77 79 80 81 82 84 85 86 87 89 |
| | | | | 90 91 92 93 94 95 96 97 98 100 103 |
| | | | | 106 109 112 114 115 116 118 124 127 128 129 |
| | | | | 130 131 132 134 141 145 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 78 | 2 | 3 6 | 16 | 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 104 105 |
| 79 | 2 | 4 9 | 26 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 348 349 350 |
| 80 | 1 | 3 | 27 | 136 137 138 139 140 141 143 145 147 149 151 153 155 157 159 161 163 165 170 173 175 178 181 185 189 220 267 |
| 81 | 1 | 6 | 11 | 151 152 153 154 155 156 160 161 163 174 196 |
| 82 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 2 3 4 |
| 83 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 9 | 191 193 195 197 199 201 203 215 217 |
| 84 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 26 27 28 29 30 31 32 |
| 85 | 2 | 4 6 | 8 | 72 73 75 76 77 78 79 80 |
| 86 | 1 | 10 | 20 | 223 224 225 235 237 239 241 243 245 249 253 255 257 259 261 269 271 272 273 274 |
| 87 | 2 | 6 10 | 16 | 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 |
| 88 | 1 | 6 | 16 | 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 |
| 89 | 4 | 6 7 8 10 | 0 | |
| 90 | 1 | 9 | 38 | 73 80 85 90 95 164 167 169 171 173 175 181 183 200 202 204 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 266 269 273 276 280 287 292 |
| 91 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 152 153 154 155 156 157 158 |
| 92 | 4 | 3 6 7 10 | 10 | 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 |
| 93 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 14 | 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 |
| 94 | 3 | 4 5 10 | 21 | 1 3 5 7 9 11 13 330 333 334 335 336 337 338 339 340 341 343 345 347 349 |
| 95 | 2 | 9 10 | 27 | 90 95 144 145 146 147 148 149 150 162 164 178 197 200 203 206 209 212 215 218 221 235 271 275 283 287 293 |
| 96 | 5 | 2 4 5 6 10 | 1 | 216 |
| 97 | 1 | 9 | 31 | 1 7 12 17 18 56 57 58 74 80 85 90 95 278 279 280 284 285 286 287 288 289 291 292 293 304 305 306 308 310 312 |
| 98 | 1 | 6 | 16 | 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 |
| 99 | 5 | 3 6 7 8 10 | 7 | 254 255 256 257 258 259 260 |
| 100 | 1 | 10 | 28 | 71 72 73 74 75 76 77 78 79 81 82 83 84 86 87 88 89 90 91 92 93 94 96 97 98 99 100 101 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 101 | 2 | 4 10 | 19 | 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 235 242 |
| 102 | 1 | 10 | 29 | 91 92 93 94 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 116 119 121 123 125 126 |
| 103 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 257 258 259 260 261 262 263 |
| 104 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 314 315 317 319 321 323 325 327 329 331 333 334 335 336 |
| 105 | 1 | 10 | 26 | 201 202 204 205 209 213 217 219 221 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 250 254 258 290 292 |
| 106 | 1 | 4 | 26 | 1 5 6 7 8 9 10 11 13 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 |
| 107 | 4 | 4 6 7 9 | 10 | 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 |
| 108 | 1 | 4 | 26 | 175 176 177 178 179 180 181 182 191 193 195 197 199 201 203 205 207 209 211 213 215 218 221 230 236 243 |
| 109 | 1 | 3 | 27 | 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 345 |
| 110 | 2 | 6 7 | 10 | 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 |
| 111 | 2 | 3 10 | 25 | 224 226 228 229 230 231 233 234 237 240 243 246 279 283 287 290 296 299 323 327 331 335 339 344 347 |
| 112 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 210 211 212 |
| 113 | 1 | 9 | 43 | 3 6 9 12 15 17 19 51 52 53 54 55 59 74 80 85 91 95 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 347 350 |
| 114 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 279 280 282 |
| 115 | 1 | 9 | 43 | 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 65 67 68 69 70 74 80 86 91 96 |
| 116 | 3 | 5 9 10 | 29 | 128 129 130 131 132 133 134 135 137 139 141 143 145 148 151 153 155 156 157 158 216 219 224 231 237 244 250 254 259 |
| 117 | 1 | 6 | 16 | 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 201 203 205 207 210 213 |
| 118 | 1 | 6 | 15 | 187 188 189 191 192 193 194 195 196 197 198 199 201 203 205 |
| 119 | 1 | 3 | 27 | 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 120 | 2 | 5 10 | 29 | 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 |
| | | | | 49 50 51 52 53 |
| | | | | 1 4 7 10 13 253 254 255 256 257 258 |
| | | | | 259 260 261 262 263 264 289 292 295 297 309 |
| 121 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 311 313 315 317 319 322 348 |
| | | | | 75 76 79 81 83 85 87 89 91 93 95 |
| | | | | 97 99 101 |
| 122 | 1 | 9 | 43 | 52 56 57 58 85 86 87 88 89 91 96 |
| | | | | 165 166 167 168 169 170 171 179 180 181 182 |
| | | | | 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 |
| | | | | 194 195 196 197 198 201 204 209 212 217 |
| 123 | 2 | 4 6 | 15 | 150 151 153 157 159 164 166 168 170 172 174 |
| | | | | 180 186 194 198 |
| 124 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 14 | 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 |
| | | | | 75 76 77 |
| 125 | 2 | 4 9 | 26 | 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 |
| | | | | 143 144 145 148 151 161 164 170 174 177 180 |
| | | | | 183 186 236 257 |
| 126 | 1 | 6 | 16 | 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 53 |
| | | | | 55 57 59 61 63 |
| 127 | 6 | 4 6 7 8 9 10 | 7 | 148 149 150 151 152 153 154 |
| 128 | 1 | 6 | 16 | 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 |
| | | | | 288 302 305 308 311 |
| 129 | 1 | 4 | 26 | 2 5 8 11 14 17 20 23 26 29 32 |
| | | | | 35 39 56 324 325 326 327 328 329 330 331 |
| | | | | 341 343 346 349 |
| 130 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 53 54 55 |
| 131 | 2 | 6 7 | 10 | 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 |
| 132 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 202 |
| | | | | 204 206 208 |
| 133 | 2 | 5 10 | 28 | 116 117 118 119 120 121 122 130 132 134 136 |
| | | | | 138 140 142 146 148 150 154 156 179 182 185 |
| | | | | 211 215 219 251 254 264 |
| 134 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 |
| | | | | 132 134 136 |
| 135 | 1 | 6 | 15 | 234 235 237 242 244 246 248 250 252 263 266 |
| | | | | 270 272 274 276 |
| 136 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 257 258 259 |
| 137 | 1 | 9 | 37 | 129 130 135 142 146 214 215 216 217 218 219 |
| | | | | 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 |
| | | | | 231 232 234 236 237 255 260 262 264 266 269 |
| | | | | 273 276 281 288 |
| 138 | 1 | 9 | 43 | 20 21 22 23 24 25 26 27 28 38 40 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 139 | 1 | 9 | 43 | 42 44 46 48 49 50 51 52 53 54 55 |
| | | | | 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 |
| | | | | 67 68 69 70 71 74 81 86 91 96 |
| | | | | 74 81 86 91 96 227 228 229 230 231 233 |
| | | | | 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 |
| | | | | 246 247 248 259 260 261 262 263 264 268 270 |
| | | | | 272 274 275 276 277 278 279 281 288 293 |
| 140 | 8 | 2 3 4 5 6 7 8 10 | 3 | 249 250 251 |
| 141 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 204 205 208 210 212 214 216 219 221 223 225 |
| | | | | 227 229 231 |
| 142 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 62 63 64 65 66 67 68 |
| 143 | 1 | 3 | 27 | 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 |
| | | | | 170 171 172 173 174 175 176 177 178 180 183 |
| | | | | 186 212 216 246 252 |
| 144 | 1 | 9 | 42 | 59 75 106 107 146 150 151 152 153 154 155 |
| | | | | 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 |
| | | | | 167 170 173 176 179 182 185 189 193 196 201 |
| | | | | 204 209 212 219 292 293 294 295 296 |
| 145 | 2 | 5 10 | 29 | 1 3 5 7 309 310 311 312 313 314 315 |
| | | | | 316 317 319 321 323 325 327 329 331 333 335 |
| | | | | 337 339 341 343 345 347 349 |
| 146 | 5 | 3 4 5 6 10 | 14 | 110 111 148 150 152 154 156 176 179 182 185 |
| | | | | 190 193 201 |
| 147 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 301 303 305 307 309 311 313 |
| 148 | 3 | 4 9 10 | 25 | 1 4 7 10 13 26 29 32 82 83 84 |
| | | | | 85 87 88 89 90 92 97 312 313 314 315 |
| | | | | 316 317 348 |
| 149 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 142 143 144 |
| 150 | 2 | 6 7 | 10 | 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 |
| 151 | 1 | 10 | 31 | 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 |
| | | | | 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 179 |
| | | | | 182 185 190 193 197 201 205 210 213 |
| 152 | 4 | 1 4 6 9 | 5 | 145 146 152 153 158 |
| 153 | 2 | 6 7 | 6 | 253 254 259 260 261 264 |
| 154 | 1 | 3 | 27 | 302 304 306 308 310 312 314 315 316 317 318 |
| | | | | 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 |
| | | | | 330 332 335 337 339 |
| 155 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 |
| | | | | 246 247 248 |
| 156 | 5 | 2 4 5 6 10 | 2 | 162 165 |
| 157 | 8 | 2 3 4 5 6 7 8 10 | 3 | 93 94 95 |
| 158 | 3 | 3 6 7 | 0 | |
| 159 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 170 171 172 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 160 | 2 | 3 4 | 25 | 196 197 198 199 206 208 210 212 214 216 218 220 222 224 226 228 230 232 234 236 238 240 242 244 246 |
| 161 | 3 | 4 5 10 | 19 | 35 38 41 46 48 50 52 310 311 312 314 315 316 317 318 320 338 340 342 |
| 162 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 165 166 167 |
| 163 | 3 | 6 7 10 | 8 | 14 15 16 17 18 19 22 23 |
| 164 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 95 96 97 |
| 165 | 4 | 4 6 7 10 | 10 | 192 193 194 195 196 200 201 202 203 204 |
| 166 | 2 | 9 10 | 31 | 65 66 67 68 69 71 73 75 77 79 81 83 85 87 89 93 94 95 96 97 112 113 137 139 141 143 144 145 146 213 289 |
| 167 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 30 31 32 33 36 39 42 |
| 168 | 2 | 6 7 | 10 | 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 |
| 169 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 151 152 153 154 155 157 165 |
| 170 | 2 | 4 6 | 16 | 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 |
| 171 | 2 | 9 10 | 31 | 2 5 8 11 14 16 18 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 290 293 296 298 310 312 314 316 318 320 346 349 |
| 172 | 3 | 3 4 9 | 26 | 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 226 228 230 251 254 257 260 263 291 295 |
| 173 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 121 122 123 124 125 126 127 136 138 140 142 144 146 149 |
| 174 | 3 | 4 6 7 | 10 | 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 |
| 175 | 1 | 10 | 21 | 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 278 |
| 176 | 3 | 5 9 10 | 29 | 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 116 118 120 122 124 126 127 128 129 |
| 177 | 3 | 3 6 7 | 9 | 58 59 60 61 62 63 64 65 66 |
| 178 | 5 | 4 6 7 8 10 | 0 | |
| 179 | 1 | 6 | 16 | 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 |
| 180 | 2 | 5 10 | 29 | 19 24 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 |
| 181 | 1 | 10 | 30 | 2 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 338 340 346 347 349 |
| 182 | 5 | 2 4 5 6 10 | 0 | |
| 183 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 104 105 106 107 108 114 116 |

continua...

| Evento | Nº de salas | QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação) | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|---|--|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| | | Denominação das salas | | Nº de alunos | Denominação dos alunos | | | | | | | | | | | | |
| 184 | 1 | 6 | | 14 | 18 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | | |
| | | | | | 30 | 31 | 32 | | | | | | | | | | |
| 185 | 2 | 3 10 | | 27 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| | | | | | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | | |
| | | | | | 42 | 43 | 44 | 46 | 48 | | | | | | | | |
| 186 | 1 | 4 | | 26 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | | |
| | | | | | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | | |
| | | | | | 209 | 213 | 217 | 247 | | | | | | | | | |
| 187 | 3 | 4 5 10 | | 21 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | | |
| | | | | | 24 | 26 | 28 | 30 | 41 | 124 | 126 | 346 | 348 | 350 | | | |
| 188 | 1 | 3 | | 27 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | | |
| | | | | | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | | |
| | | | | | 299 | 300 | 301 | 302 | 303 | | | | | | | | |
| 189 | 4 | 6 7 8 10 | | 7 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | | | | | | |
| 190 | 1 | 4 | | 22 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | | |
| | | | | | 23 | 25 | 27 | 29 | 37 | 42 | 340 | 341 | 345 | 347 | 349 | | |
| 191 | 1 | 10 | | 24 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | | |
| | | | | | 169 | 170 | 171 | 172 | 175 | 177 | 179 | 182 | 198 | 202 | 206 | | |
| | | | | | 210 | 213 | | | | | | | | | | | |
| 192 | 2 | 3 4 | | 23 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 236 | 238 | | |
| | | | | | 240 | 242 | 244 | 246 | 250 | 254 | 256 | 258 | 262 | 264 | 266 | | |
| | | | | | 268 | | | | | | | | | | | | |
| 193 | 2 | 4 9 | | 25 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | | |
| | | | | | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | | |
| | | | | | 83 | 84 | 85 | | | | | | | | | | |
| 194 | 8 | 2 3 4 5 6 7 8 10 | | 3 | 343 | 344 | 345 | | | | | | | | | | |
| 195 | 4 | 6 7 8 10 | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| 196 | 7 | 3 4 5 6 7 8 10 | | 7 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | | | | | | |
| 197 | 2 | 5 10 | | 28 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | | |
| | | | | | 23 | 25 | 28 | 31 | 34 | 46 | 65 | 66 | 67 | 335 | 336 | | |
| | | | | | 337 | 338 | 339 | 340 | 347 | 349 | | | | | | | |
| 198 | 4 | 1 4 6 9 | | 14 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | | |
| | | | | | 170 | 171 | 172 | | | | | | | | | | |
| 199 | 2 | 6 10 | | 11 | 2 | 5 | 8 | 11 | 24 | 27 | 30 | 33 | 343 | 346 | 349 | | |
| 200 | 1 | 10 | | 31 | 5 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 | 301 | 302 | 303 | 304 | | |
| | | | | | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 316 | | |
| | | | | | 320 | 325 | 333 | 335 | 338 | 340 | 346 | 348 | 349 | | | | |
| 201 | 3 | 6 7 10 | | 10 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | | | |
| 202 | 2 | 4 9 | | 26 | 1 | 3 | 5 | 7 | 25 | 28 | 31 | 34 | 52 | 55 | 325 | | |
| | | | | | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 333 | 335 | 337 | 339 | 341 | | |
| | | | | | 343 | 345 | 347 | 349 | | | | | | | | | |
| 203 | 3 | 3 4 6 | | 14 | 161 | 162 | 163 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 171 | 173 | 176 | | |
| | | | | | 179 | 190 | 191 | | | | | | | | | | |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 204 | 1 | 3 | 27 | 219 220 222 224 226 228 230 232 234 236 238 240 242 244 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 |
| 205 | 3 | 4 6 7 | 3 | 110 111 112 |
| 206 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 215 216 217 218 219 220 222 231 234 237 240 242 244 246 |
| 207 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 105 106 107 |
| 208 | 1 | 6 | 16 | 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 130 145 148 151 154 |
| 209 | 1 | 3 | 27 | 1 4 21 24 27 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 |
| 210 | 1 | 6 | 15 | 61 62 63 64 70 72 76 78 80 82 84 86 88 90 92 |
| 211 | 2 | 6 7 | 10 | 223 224 225 226 227 228 229 232 235 238 |
| 212 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 166 167 168 |
| 213 | 1 | 4 | 23 | 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 208 209 210 212 213 214 265 |
| 214 | 2 | 3 6 | 16 | 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 |
| 215 | 7 | 1 2 4 5 6 9 10 | 3 | 198 199 200 |
| 216 | 2 | 5 10 | 29 | 2 5 22 25 28 30 32 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 303 306 309 312 314 316 318 320 322 324 |
| 217 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 206 207 209 211 213 215 217 |
| 218 | 3 | 5 9 10 | 29 | 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 43 46 48 49 50 341 342 343 344 345 346 347 348 349 |
| 219 | 1 | 9 | 43 | 52 56 59 75 81 86 92 97 147 148 149 150 156 163 166 168 170 172 174 176 178 180 211 214 216 218 220 222 224 226 228 231 237 247 252 255 260 263 265 267 270 273 276 |
| 220 | 3 | 6 7 10 | 9 | 11 12 13 14 15 16 17 18 19 |
| 221 | 3 | 4 5 10 | 23 | 61 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 |
| 222 | 1 | 9 | 33 | 33 34 35 36 37 38 39 40 41 52 54 56 58 60 62 64 65 68 74 77 80 83 86 89 95 127 128 129 130 131 133 140 142 |
| 223 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 208 209 210 |
| 224 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 225 | 1 | 6 | 16 | 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 |
| 226 | 1 | 9 | 39 | 102 103 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 195 197 199 205 206 210 214 267 270 274 277 282 294 |
| 227 | 2 | 3 10 | 27 | 14 15 19 21 23 25 27 29 31 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 |
| 228 | 3 | 4 6 9 | 16 | 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 205 206 |
| 229 | 4 | 4 5 6 10 | 9 | 39 40 41 42 43 64 65 66 67 |
| 230 | 1 | 6 | 13 | 74 77 78 79 86 90 94 98 101 104 107 109 111 |
| 231 | 4 | 6 7 8 10 | 6 | 313 314 316 317 318 319 |
| 232 | 1 | 9 | 33 | 66 91 95 102 105 108 110 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 125 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 140 143 |
| 233 | 1 | 6 | 16 | 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 |
| 234 | 2 | 4 6 | 16 | 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 |
| 235 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 |
| 236 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 6 | 108 109 110 111 113 114 |
| 237 | 1 | 9 | 40 | 9 11 16 17 19 75 81 87 92 97 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 252 255 258 261 288 292 296 299 304 311 313 |
| 238 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 |
| 239 | 3 | 3 6 7 | 1 | 226 |
| 240 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 71 72 73 |
| 241 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 |
| 242 | 2 | 6 7 | 10 | 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 |
| 243 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 201 202 203 204 205 206 208 210 212 214 216 218 220 222 |
| 244 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 186 187 188 189 190 191 192 |
| 245 | 2 | 4 10 | 26 | 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 143 146 149 152 155 157 159 163 173 176 180 183 186 190 194 |
| 246 | 4 | 6 7 8 10 | 0 | |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 247 | 3 | 3 5 10 | 27 | 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 |
| 248 | 2 | 4 9 | 26 | 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 29 32 35 44 47 341 342 343 344 345 346 348 350 |
| 249 | 1 | 4 | 26 | 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 |
| 250 | 1 | 6 | 16 | 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 |
| 251 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 333 334 335 336 337 338 339 |
| 252 | 3 | 4 6 7 | 2 | 78 83 |
| 253 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 89 90 91 |
| 254 | 1 | 9 | 42 | 78 82 87 92 123 124 125 126 127 128 129 131 133 135 137 139 141 143 145 147 149 151 155 157 181 184 210 214 218 248 253 256 265 266 267 268 270 274 277 282 290 294 |
| 255 | 1 | 9 | 32 | 33 36 39 44 47 49 51 67 68 69 70 71 72 73 74 76 77 82 143 302 303 304 305 306 307 308 309 319 337 339 341 343 |
| 256 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 14 | 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 |
| 257 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 74 75 76 77 78 79 80 |
| 258 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 3 | 339 340 341 |
| 259 | 5 | 4 6 7 9 10 | 10 | 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 |
| 260 | 7 | 3 4 5 6 7 8 10 | 7 | 326 327 328 329 330 331 332 |
| 261 | 2 | 4 6 | 15 | 220 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 249 |
| 262 | 1 | 10 | 31 | 8 10 196 197 198 199 200 207 209 211 213 215 217 219 221 223 224 225 227 229 250 253 256 259 262 289 293 297 301 305 312 |
| 263 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 227 228 229 |
| 264 | 1 | 3 | 27 | 12 14 15 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 317 320 330 333 |
| 265 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 |
| 266 | 5 | 3 6 7 8 10 | 7 | 341 342 343 344 345 346 347 |
| 267 | 5 | 3 6 7 8 10 | 4 | 72 83 88 96 |
| 268 | 1 | 9 | 40 | 25 54 60 133 141 144 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 170 171 172 173 174 175 176 177 180 183 186 191 194 199 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 269 | 2 | 9 10 | 28 | 202 207 211 214 267 271 274 54 57 61 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 171 174 207 209 211 213 215 217 219 220 265 |
| 270 | 1 | 10 | 31 | 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33 51 |
| 271 | 1 | 6 | 16 | 144 145 146 147 148 149 150 151 152 154 156 158 160 162 164 165 |
| 272 | 1 | 10 | 24 | 1 2 3 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 66 69 75 78 81 84 87 90 |
| 273 | 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 3 | 161 162 163 |
| 274 | 1 | 9 | 35 | 51 54 57 71 76 82 87 92 97 98 99 103 105 107 109 111 113 115 117 119 121 123 125 127 129 133 141 186 191 194 211 213 267 271 274 |
| 275 | 5 | 3 6 7 8 10 | 7 | 110 111 112 113 114 115 116 |
| 276 | 3 | 4 6 7 | 5 | 275 276 297 298 299 |
| 277 | 4 | 1 4 6 9 | 5 | 323 324 325 326 327 |
| 278 | 2 | 6 7 | 8 | 63 64 65 66 67 68 69 70 |
| 279 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 29 30 31 32 33 34 35 36 37 39 41 43 45 47 |
| 280 | 2 | 4 9 | 26 | 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 138 140 142 |
| 281 | 2 | 4 10 | 25 | 1 3 5 7 9 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 340 341 343 345 347 349 |
| 282 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 172 173 174 175 176 177 178 |
| 283 | 5 | 4 6 7 8 10 | 7 | 55 56 57 58 59 60 61 |
| 284 | 4 | 6 7 8 10 | 6 | 248 249 250 251 256 266 |
| 285 | 4 | 4 6 7 10 | 10 | 109 110 111 112 113 115 117 118 119 120 |
| 286 | 4 | 6 7 8 10 | 3 | 64 73 84 |
| 287 | 2 | 9 10 | 31 | 77 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100 102 103 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 |
| 288 | 2 | 6 7 | 10 | 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 |
| 289 | 1 | 10 | 30 | 92 93 94 96 97 98 99 100 101 102 103 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 |
| 290 | 1 | 6 | 15 | 254 255 256 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 291 | 3 | 5 9 10 | 27 | 2 252 253 254 264 267 269 271 273 275 276 277 280 284 288 291 294 297 300 324 328 332 336 340 345 348 350 |
| 292 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 14 | 266 268 270 272 274 276 278 280 282 284 286 288 291 294 |
| 293 | 4 | 6 7 8 10 | 7 | 223 224 225 226 227 228 229 |
| 294 | 1 | 9 | 35 | 78 79 80 81 83 84 85 86 88 89 90 91 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 141 142 143 144 145 146 |
| 295 | 3 | 3 6 7 | 5 | 17 328 329 331 332 |
| 296 | 2 | 4 9 | 25 | 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 164 174 177 180 183 187 192 209 |
| 297 | 1 | 6 | 16 | 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 |
| 298 | 7 | 1 2 4 5 6 9 10 | 3 | 220 221 222 |
| 299 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 218 221 223 225 227 229 231 233 235 237 239 241 243 245 |
| 300 | 2 | 6 7 | 10 | 315 316 317 318 319 320 321 322 324 326 |
| 301 | 2 | 6 7 | 9 | 14 15 16 17 18 19 20 21 22 |
| 302 | 2 | 4 10 | 25 | 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 273 275 290 292 294 296 297 |
| 303 | 6 | 4 6 7 8 9 10 | 7 | 333 334 335 336 337 338 342 |
| 304 | 3 | 5 9 10 | 28 | 2 4 6 8 26 29 32 36 53 68 70 72 319 320 321 322 323 324 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 |
| 305 | 1 | 9 | 41 | 6 10 16 18 53 57 71 76 83 87 93 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 321 333 334 336 339 341 347 348 350 |
| 306 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 204 |
| 307 | 3 | 3 6 7 | 10 | 259 260 261 262 263 265 268 270 272 274 |
| 308 | 3 | 5 9 10 | 27 | 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 133 135 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 194 252 256 |
| 309 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 326 327 328 |
| 310 | 1 | 4 | 26 | 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 |
| 311 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|--|
| 312 | 2 | 5 10 | 28 | 109 110 111 131 132 133 134 135 142 144 146 148 150 152 154 156 158 160 162 164 168 171 174 177 180 184 187 266 269 271 273 |
| 313 | 2 | 4 10 | 22 | 26 27 28 34 37 40 43 45 47 49 51 53 63 65 67 69 71 73 75 101 104 107 |
| 314 | 2 | 3 10 | 23 | 4 5 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 67 70 76 82 85 88 91 |
| 315 | 3 | 4 6 9 | 15 | 115 116 117 118 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 |
| 316 | 1 | 9 | 27 | 16 18 22 25 26 27 28 29 30 52 55 58 71 77 83 88 93 296 297 298 299 300 301 302 315 318 321 |
| 317 | 1 | 4 | 24 | 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 173 176 194 201 204 207 210 213 216 219 232 238 |
| 318 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 233 236 240 |
| 319 | 3 | 4 5 10 | 20 | 100 101 102 104 106 108 110 112 114 116 118 120 122 124 126 128 188 210 212 214 |
| 320 | 5 | 2 4 5 6 10 | 2 | 59 60 |
| 321 | 4 | 1 4 6 9 | 13 | 195 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 |
| 322 | 5 | 4 6 7 8 10 | 7 | 126 127 128 129 130 131 132 |
| 323 | 5 | 3 6 7 8 10 | 3 | 19 20 21 |
| 324 | 2 | 3 6 | 14 | 297 298 307 308 309 310 311 312 313 314 331 334 337 339 |
| 325 | 1 | 9 | 43 | 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 44 57 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 72 77 83 88 93 98 315 316 317 318 319 320 321 322 323 344 347 350 |
| 326 | 3 | 4 5 10 | 18 | 238 239 241 243 245 247 249 251 262 265 267 269 273 277 279 280 281 282 |
| 327 | 3 | 4 5 10 | 22 | 192 193 194 195 196 197 201 202 203 204 205 206 207 208 248 250 251 270 272 276 293 295 |
| 328 | 1 | 10 | 30 | 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 |
| 329 | 1 | 4 | 26 | 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 289 |
| 330 | 7 | 1 2 4 5 6 9 10 | 3 | 138 139 140 |
| 331 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 |

continua...

QUADRO 7: INSTÂNCIA IV DO ITC (continuação)

| Evento | Nº de salas | Denominação das salas | Nº de alunos | Denominação dos alunos |
|--------|-------------|-----------------------|--------------|---|
| 332 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 19 20 21 284 285 286 |
| 333 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 221 222 223 |
| 334 | 2 | 6 7 | 10 | 313 316 318 320 322 324 326 328 330 332 |
| 335 | 3 | 5 9 10 | 28 | 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 89 117 120 122 |
| 336 | 1 | 4 | 26 | 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 81 82 83 84 85 86 87 88 115 118 |
| 337 | 1 | 4 | 26 | 158 159 160 161 162 164 167 169 171 173 175 177 179 209 212 215 217 219 221 223 225 227 229 232 238 248 |
| 338 | 3 | 4 6 10 | 0 | |
| 339 | 5 | 2 4 5 6 10 | 3 | 50 51 52 |
| 340 | 1 | 9 | 43 | 77 83 88 93 98 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 261 263 265 268 271 274 278 282 290 294 |
| 341 | 2 | 4 6 | 12 | 248 252 254 256 258 260 262 264 266 268 270 272 |
| 342 | 2 | 3 6 | 16 | 198 199 200 201 202 203 218 220 222 224 226 228 230 232 233 234 |
| 343 | 1 | 3 | 27 | 1 2 3 4 5 6 7 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 343 344 345 346 347 348 349 350 |
| 344 | 6 | 1 4 5 6 9 10 | 14 | 136 137 138 139 140 141 142 143 153 155 157 159 161 163 |
| 345 | 1 | 6 | 16 | 102 103 104 105 106 107 108 109 117 118 119 120 147 150 152 154 |
| 346 | 4 | 1 4 6 9 | 14 | 100 101 102 107 109 111 113 115 117 119 121 123 125 127 |
| 347 | 3 | 3 5 10 | 27 | 264 265 266 261 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 290 291 |
| 348 | 5 | 1 3 4 6 9 | 14 | 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 |
| 349 | 1 | 3 | 27 | 183 184 185 186 187 188 189 190 192 194 196 198 200 202 204 206 208 210 212 214 217 220 225 233 239 248 253 |
| 350 | 1 | 3 | 27 | 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 241 248 249 250 251 252 253 270 271 272 273 |

Pesquisa do próprio autor

APÊNDICE E - TRABALHO PUBLICADO

ATALA, A. V.; FRANCO, J. F.; ROMERO, R. *Aplicação do algoritmo genético Chu-Beasley ao problema de programação ótima de horários.* X Congreso Del Instituto Chileno de Investigación Operativa, 2013.