



Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Estatística e Informática



**Algoritmos Genéticos otimizando a
distribuição de salas de aula na UFRPE**

Márcio Sérgio Soares Austregésilo

Recife

Agosto de 2014

Márcio Sérgio Soares Austregésilo

**Algoritmos Genéticos otimizando a distribuição
de salas de aula na UFRPE**

Orientador: Marcelo Gama da Silva

Monografia apresentada ao Curso Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Recife

Agosto de 2014

À,
Minha namorada,
Meus pais, meus
amigos de toda a
graduação

Agradecimentos

Agradeço imensamente aos meus pais, que me proporcionaram todas as condições possíveis à minha realidade para eu chegar até aqui. Agradeço ao meu orientador, o Prof. Marcelo Gama, por ter se mostrado sempre solícito. Agradeço aos meus amigos de que me acompanharam por toda a graduação, em especial Daniel Filype e Bruna Chagas, que me deram toda força para concluir esta graduação. Agradeço também à minha namorada, Amanda Oliveira, por me ajudar, me apoiando nas horas mais difíceis, durante a maior parte desta graduação.

Resumo

Parte das instituições de ensino superior de grande porte sofre com o problema de alocação de salas de aula, situação que demanda tempo e grande esforço humano para traçar uma solução de forma manual. A dificuldade se dá, devido à grande quantidade de cursos, turnos, e prédios de salas de aulas, situação esta que se revela como um problema de alocação de recursos. Com a Universidade Federal Rural de Pernambuco não é diferente. Existem cursos de graduação com períodos espalhados por prédios diferentes, fato que causa transtorno pelo deslocamento de professores e alunos. Este trabalho apresenta um estudo do problema e uma modelagem de uma solução computacional com o uso de algoritmos genéticos para a resolução do mesmo.

Palavras-chave: Algoritmos Genéticos, alocação de recursos, alocação de salas de aula.

Abstract

Part of large higher education institutions suffers from the problem of allocation of classrooms, a situation that demands time and great human effort to trace a solution manually. The difficulty is due to the large number of courses, shifts, and buildings of classrooms, a situation that reveals itself as a problem of resource allocation. With the Federal Rural University of Pernambuco is no different. There are graduation courses with periods spread across different buildings, a fact that causes disorder by displacement of teachers and students. This paper presents a study of the problem and a computational modeling a solution with the use of genetic algorithms for solving it.

Keywords: Genetic Algorithms, resource allocation, allocation of classrooms.

Sumário

1. Introdução	10
1.1. Apresentação	10
1.2. Justificativa	11
1.3. Objetivos	12
1.4. Organização do trabalho	12
2. Algoritmos Genéticos	13
3. Modelagem do Problema.....	18
3.1. Idéia inicial	18
3.2. Banco de dados	19
3.3. Implementação	20
3.3.1. Cromossomo.....	21
3.3.2. Inicialização	22
3.3.3. Avaliação.....	22
3.3.4. Seleção.....	24
3.3.5. Cruzamento.....	25
3.3.6. Mutação	25
3.3.7. Atualização.....	25
3.3.8. Finalização	25
4. Análise dos resultados	26
4.1. Simulações	26
4.2. Resultados	26
4.2.1. Evolução X Taxa de mutação	26
4.2.2. Evolução X Peso	27
4.2.3. Evolução XQuantidade de gerações.....	29
5. Conclusão.....	31
Referências Bibliográficas	32
Apêndice A.....	34
Anexo 1: Solução (cromossomo) aleatória gerada pelo sistema	34
Anexo 2: Relatório gerado por uma simulação trazendo a melhor solução (cromossomo) otimizada pelo sistema.	41

Lista de Tabelas

Tabela 1: Analogia entre Algoritmos Genéticos e o sistema natural.	14
Tabela 2: Parametrização da distância entre os prédios de sala de aula da UFRPE.....	19
Tabela 3: Exemplo de dispersão de períodos.	23
Tabela 4: Exemplo de dispersão de períodos.	23
Tabela 5: Evolução em função da taxa de mutação.	27
Tabela 6: Evolução em função do Peso.	28
Tabela 7: Evolução em função da quantidade de gerações.	29

Lista de Figuras

Figura 1: Cromossomo.....	15
Figura 2: Método de Seleção Roleta.	15
Figura 3: Cruzamento.....	16
Figura 4: Mutação.	16
Figura 5: Modelo E-R.	20
Figura 6: Construtor da classe “Cromossomo”.....	21
Figura 7: Construtor da classe Período.	21
Figura 8: Abstração do objeto Cromossomo.....	21
Figura 9: Geração de uma solução aleatória.	22
Figura 10: Representação de um cromossomo.....	22
Figura 11: Evolução em função da taxa de mutação.....	27
Figura 12: Evolução em função do Peso.....	28
Figura 13: Evolução em função da quantidade de gerações.	30

1. Introdução

1.1. Apresentação

Este trabalho traz como objeto de estudo, o problema de alocação de salas, focado na distribuição de salas de aula da UFRPE no campus sede. Segundo Oliveira(2006) este tipo de problema é parte integrante do problema de Programação de Cursos Universitários(*coursetimetabling*), fazendo parte da categoria de Problemas de Geração de Horários Escolares(*timetabling*). De acordo Schaefer(1999) existem três classificações diferentes para o mesmo; são elas:

- *Schooltimetabling*: Nesta classificação se encontram os problemas da programação semanal de horários entre professor/turma em instituições de ensino. Aqui é considerado que as disciplinas são fixas para cada turma e o objetivo é evitar que um professor esteja alocado em duas turmas simultaneamente ou que duas turmas tenham aulas com um determinado professor em um mesmo horário.
- *Coursetimetabling*: Tem em vista a programação semanal de horários de todas as disciplinas para todos os períodos dos cursos universitários determinando a relação (professor/turma/horário). Diferencia-se do *schooltimetabling*, pois nesta classificação os estudantes podem escolher as matérias (eletivas) que desejam se matricular. O objetivo também é o de minimizar a sobreposição de quaisquer das variáveis envolvidas.
- *Examinationtimetabling*: Trata a programação de exames para cursos universitários, evitando sobreposições de exames de disciplinas que possuem estudantes em comum e distanciando as datas dos exames dos estudantes o máximo possível.

Segundo Corrêa e Júnior(2006), o problema estudado é de natureza combinatória e inteira, o que dificulta a utilização de algoritmos de otimização para problemas de pequenas instâncias. Even, Itair e Shamir(1976) afirmam que o problema de alocação de recursos escolar é considerado NP-Difícil para quase todos os casos em

que ele se apresentar, o que torna esses problemas considerados inviáveis de serem resolvidos por otimização em tempo computacional hábil, devido ao tempo aumentar exponencialmente com o número de variáveis.

Tal problema vem trazendo grandes transtornos às instituições de ensino superior de grande porte, devido ao seu grande número de prédios, e por sua vez, salas de aula. Com a grande quantidade de cursos e nos três turnos, fica difícil e demorado um trabalho manual para executar tal alocação. Além disso, alguns destes cursos muitas vezes já possuem um prédio definido para si, entretanto em muitos outros casos, principalmente em instituições públicas ou em cursos recém-criados, os períodos de uma determinada graduação são alocados em prédios comuns de salas de aula, ficando, em sua grande parte, dispersos, causando assim grande transtorno para professores e alunos devido ao deslocamento dos mesmos. Em muitos casos, como é papel do aluno a escolha das disciplinas que quer cursar, ele poderá alocá-las em diferentes períodos no mesmo dia, como não há intervalo de tempo entre as mesmas, o discente acaba tendo que fazer longos percursos chegando, na maioria das vezes, atrasado, prejudicando assim seu aprendizado.

1.2. Justificativa

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), por ser uma instituição de ensino superior de grande porte, sofre com o problema em estudo. A UFRPE tem 11 prédios totalizando 130 salas de aula disponíveis, com Aproximadamente 38 cursos distribuídos pelos três turnos (manhã, tarde ou noite) resultando em 336 períodos. Parte desses cursos possui um prédio próprio, mas que acaba abrigando também outras graduações por estas não terem tal estrutura. Alguns dos prédios são unicamente de salas, para serem utilizados por qualquer curso.

A distribuição dessas salas de aula, atualmente, é feita de forma manual, o que a torna um trabalho árduo e demorado, tornando-se necessária uma automatização deste processo. Outra dificuldade deste trabalho manual é que a solução nem sempre é satisfatória. Podemos observar que uma parcela das graduações tem períodos espalhados por mais de um prédio como, por exemplo, o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, que tem turmas em três prédios, sendo um deles muito distante dos outros dois. Como muitos estudantes, por vários motivos, nem sempre seguem a

grade curricular padrão, eles montam sua grade horária com disciplinas de vários períodos, muitas vezes no mesmo dia, estando assim sujeitos a percorrer grandes distâncias caso seu curso de graduação esteja distribuído de forma dispersa. Por essa razão acreditamos ser imprescindível uma solução computacional para o problema.

1.3. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo estudar o problema mencionado, criar um banco de dados, utilizando um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), com todos os prédios, salas de aula, cursos de graduação, e períodos disponíveis no campus sede UFRPE, que pode, inclusive, ser reutilizado em qualquer outro sistema computacional que venha a ser desenvolvido.

Outro objetivo é desenvolver uma solução computacional que se comunique com o banco de dados mencionado, carregando-o, otimizando uma possível distribuição de salas de aula e gravando-a no mesmo banco de dados. Tal solução será contemplada com uma modelagem em algoritmos genéticos (Goldberg, 1989), devido à grande complexidade do problema em estudo que aumenta de acordo com a quantidade de variáveis, sendo inviável uma solução usando técnicas de programação convencional.

1.4. Organização do trabalho

Este trabalho está ordenado em cinco capítulos:

- O Capítulo 1 apresenta o problema de forma geral, com foco na UFRPE, trazendo a justificativa e os objetivos deste trabalho.
- O Capítulo 2 aborda os algoritmos genéticos de uma forma geral apresentando seus conceitos e estrutura.
- O Capítulo 3 aborda toda a implementação da solução computacional, desde a idéia inicial, passando pela modelagem do banco de dados, até a implementação propriamente dita.
- O Capítulo 4 aborda a análise dos resultados, obtidos através de relatórios gerados pelo sistema e gráficos.
- O Capítulo 5 é dedicado às conclusões e possíveis desdobramentos futuros deste trabalho.

2. Algoritmos Genéticos

Os algoritmos genéticos foram contemplados por John Holland (Holland 1975), com objetivo de aplicar a teoria da evolução das espécies de Darwin (Darwin 1859), utilizando os conceitos da evolução biológica como genes, cromossomos, cruzamento, mutação e seleção, na computação procurando aprofundar o conhecimento em processos de adaptação em sistemas naturais e, baseado neles, desenvolver sistemas artificiais (simulações computacionais) que mantenham a mesma lógica dos mecanismos originais destes sistemas naturais (oliveira, 2005).

Com o surgimento da genética, o avanço da tecnologia, a microbiologia, dentre outros estudos, juntamente com a darwinismo, faz surgir o neo-darwinismo.

Lucas (2002) afirma que segundo o neo-darwinismo, os preceitos básicos do processo de evolução das espécies seriam:

- Indivíduos de mesmas ou diferentes espécies disputam continuamente por limitados recursos presentes no meio ambiente;
- Dentre os vários concorrentes presentes em um determinado meio, alguns, por conta de suas características específicas, possuem uma melhor chance (maior probabilidade) de sobrevivência. Tais indivíduos são ditos mais adaptados ao ambiente;
- Indivíduos mais adaptados possuem uma maior probabilidade de sobrevivência, e conseqüente reprodução;
- Visto que no processo de reprodução um grande número de características do(s) pai(s) são repassadas ao(s) filho(s), indivíduos que se reproduzem mais tendem a propagar mais significativamente suas características nas gerações subseqüentes;
- Logo, ao longo do processo de evolução, características mais desejáveis tendem a se propagar na espécie, aumentando assim o grau de adaptação desta como um todo;
- O processo de reprodução não ocorre sem falha — durante a replicação e transmissão dos genes aos novos indivíduos criados o fenômeno conhecido como mutação pode ocorrer. Este fenômeno é geralmente prejudicial ao

indivíduo, mas em alguns casos pode incorporar a ele uma característica desejável não contida no conjunto de genes dos seus pais. Desta forma a natureza adquire a capacidade de explorar um número maior de combinações e possibilidades.

De acordo com Júnior(2000) algoritmos genéticos são uma analogia a teoria evolucionista neo-darwiniana. Para Pacheco (1999) estes preceitos são imitados na construção de algoritmos computacionais que buscam uma solução que seja a mais viável possível para um determinado problema, através da evolução de populações de soluções modeladas como cromossomos artificiais.

Ainda segundo Júnior(2000)neste processo lógico dos algoritmos genéticos,é gerada uma população inicial aleatória de soluções para determinado problema com características próprias (genes), denominadas cromossomos. Ele afirma que durante a evolução, várias gerações sucessivas são criadas, e em cada uma delas, alguns indivíduos são selecionados de acordo com a avaliação de suas características, escolhendo os melhores baseando-se nas que seriam as mais viáveis soluções. Estes indivíduos darão origem à próxima geração que irá apresentar novas características adquiridas através do cruzamento de seus genes.

Segundo Pacheco (1999) A analogia entre Algoritmos Genéticos e o sistema natural é representada através da tabela abaixo:

Natureza	Algoritmos Genéticos
Cromossoma	Palavra binária, vetor, etc
Gene	Característica do problema
Alelo	Valor da característica
Loco	Posição na palavra, vetor
Genótipo	Estrutura
Fenótipo	Estrutura submetida ao problema
Indivíduo	Solução
Geração	Ciclo

Tabela 1: Analogia entre Algoritmos Genéticos e o sistema natural.

O cromossomo pode ser exemplificado de acordo com a figura a seguir.

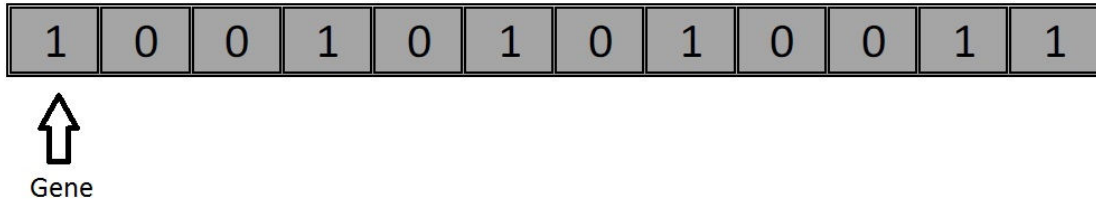


Figura 1: Cromossomo.

Para Lucas (2002) um algoritmo genético, basicamente produz uma população de respostas aleatórias para o problema a ser otimizado (inicialização) para depois passá-la por um processo de evolução ordenado nas seguintes etapas:

- Avaliação: avalia-se a aptidão das soluções (indivíduos da população) – é feita uma análise para que se estabeleça o quão bem elas respondem ao problema proposto resultando numa pontuação para cada cromossomo;
- Seleção: indivíduos são selecionados para a reprodução. Os dois métodos de seleção mais usados são a seleção roleta e a seleção torneio. Na primeira, probabilidade de uma dada solução ser selecionada é proporcional à sua aptidão, ou seja, quanto melhor o resultado da avaliação de um cromossomo maior a chance do mesmo ser escolhido para o cruzamento como mostra a Figura 1. Na segunda é escolhido grupo aleatório de indivíduos, escolhendo os melhores deste grupo para realizar o cruzamento;

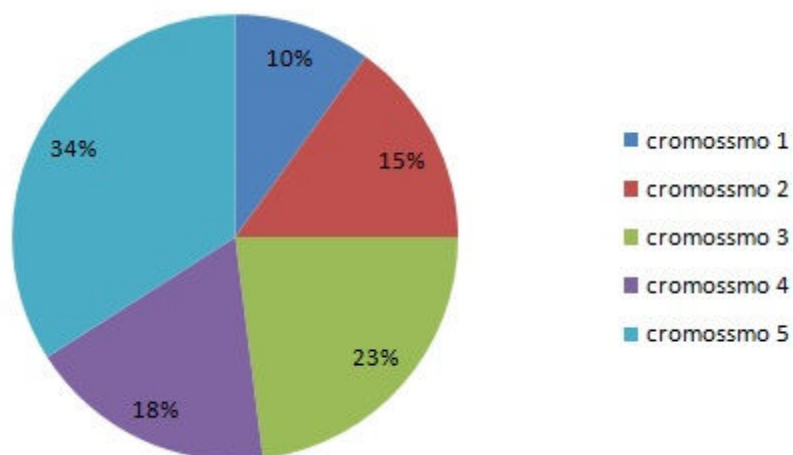


Figura 2: Método de Seleção Roleta.

- Cruzamento: características das soluções (cromossomos) escolhidas recombinadas, gerando novos indivíduos como representa a figura abaixo.

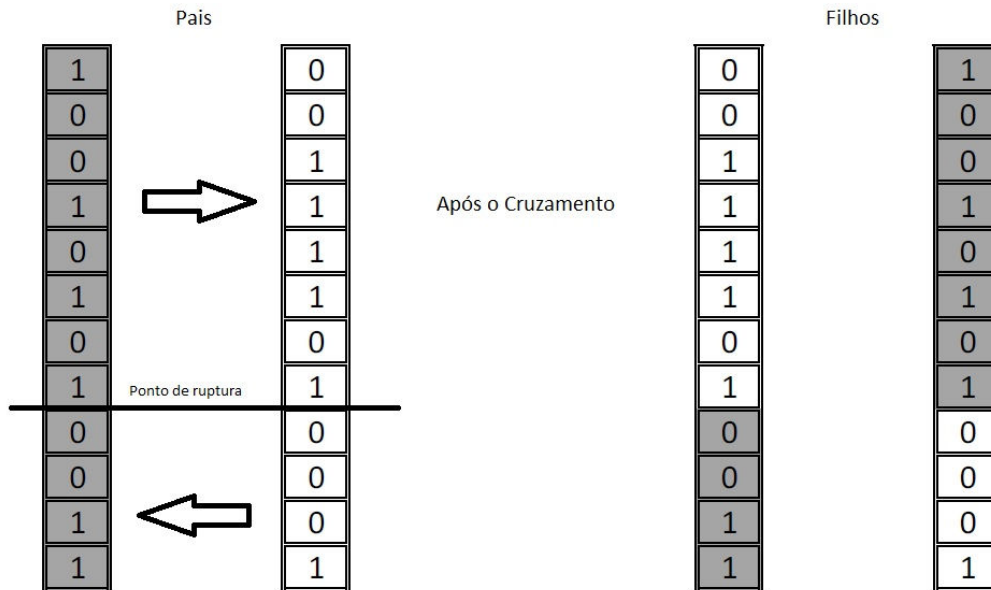


Figura 3: Cruzamento.

- **Mutação:** Existe uma probabilidade de que características dos novos indivíduos resultantes do processo de cruzamento sejam alteradas, acrescentando assim variedade à população. Normalmente são selecionados, aleatoriamente, dois genes que são permutados entre si como exibido na Figura 4;

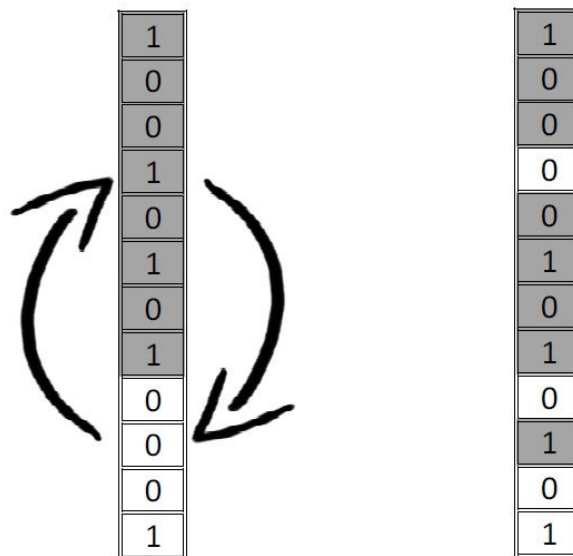


Figura 4: Mutação.

- **Atualização:** os indivíduos criados nesta geração são inseridos na população;

- Finalização: verifica se as condições de encerramento da evolução foram atingidas, retornando para a etapa de avaliação em caso negativo e encerrando a execução em caso positivo.

Com o objetivo de otimizar ao máximo ou ao mínimo um determinado problema é que, através de todo esse processo, repetido por várias gerações, é possível chegar a uma solução aproximadamente ideal.

3. Modelagem do Problema

3.1. Idéia inicial

Inicialmente foi necessário fazer todo o levantamento, em campo, de todas as salas de aulas, prédios e cursos de graduação com toda a dinâmica de períodos, turnos e turmas. Foi observado que a UFRPE (sede) possui 11 prédios com um total de 130 salas de aula disponíveis, 23 cursos de graduação organizados em 38 turmas, sendo cada turma, de um determinado curso, alocada num turno diferente (manhã, tarde, ou noite). Um exemplo é o curso de bacharelado em administração que possui duas turmas, AD1 e AD3, a primeira decorre no turno da noite e a segunda no turno da manhã. Cada turma é uma graduação independente da outra.

Outra dinâmica observada em alguns cursos é que as turmas possuem períodos com funcionamentos alternados de acordo com o semestre vigente. No exemplo mencionado podemos observar que enquanto na turma AD3 os períodos que estão sendo cursados são os ímpares (1º, 3º, 5º, 7º), na turma AD1 os pares (2º, 4º, 6º, 8º) é que estão sendo lecionados. Ao mudar de semestre a situação inverte. Isto acontece porque, para estes cursos, o ingresso acontece em duas entradas alternadas: para o caso de bacharelado em administração, a primeira entrada (primeiro semestre letivo) acontece no turno da noite (turma AD1), e a segunda entrada (segundo semestre letivo) é contemplada pela manhã (Turma AD3). Esta dinâmica deve ser levada em consideração devido às salas a serem alocadas por turno, já que o prédio ocupado pode ser o mesmo nos três turnos.

Outros cursos, como medicina veterinária, possuem todos os períodos, do 1º ao 10º, ativos sempre, nas duas turmas (SV1 e SV3).

Para idealizar o quão distantes estão alocados os períodos de um curso foi criado um valor inteiro para cada prédio, partindo do DLCH ao DZ e seguindo uma ordem de proximidade para dar uma idéia de distância entre os prédios. A motivação para este tipo de parametrização é a possibilidade de usar a “variância” como medida de dispersão como parte integrante à função de pontuação (avaliação) dos cromossomos. Por essa razão, daremos a esse indicador o nome de dispersão.

Sendo assim, estabeleceram-se os parâmetros de acordo com a tabela abaixo:

Prédio	Dispersão
Departamento de Letras e Ciências Humanas (DLCH)	1
Departamento de Educação (DED)	2
Departamento de Educação Física (DEFIS)	3
Centro de Ensino e Graduação (CEGOE)	4
Departamento de Medicina Veterinária (DMV)	5
Centro de Graduação em Ciências Exatas e da Natureza (CEGEN)	6
Departamento de Química (DQ)	7
Departamento de Biologia	8
Centro de Ensino de Ciências Agrárias I (CEAGRI I)	9
Centro de Ensino de Ciências Agrárias II (CEAGRI II)	10
Departamento de Zootecnia (DZ)	11

Tabela 2: Parametrização da distância entre os prédios de sala de aula da UFRPE.

3.2. Banco de dados

O banco de dados foi modelado de acordo com o levantamento acima. Foi usado, como SGBD, o MySQL e para a modelagem entidade-relacional (E-R), o MySQL Workbench. Foram criadas quatro entidades: Prédio, Sala, Curso e Período, conforme o modelo E-R a seguir.

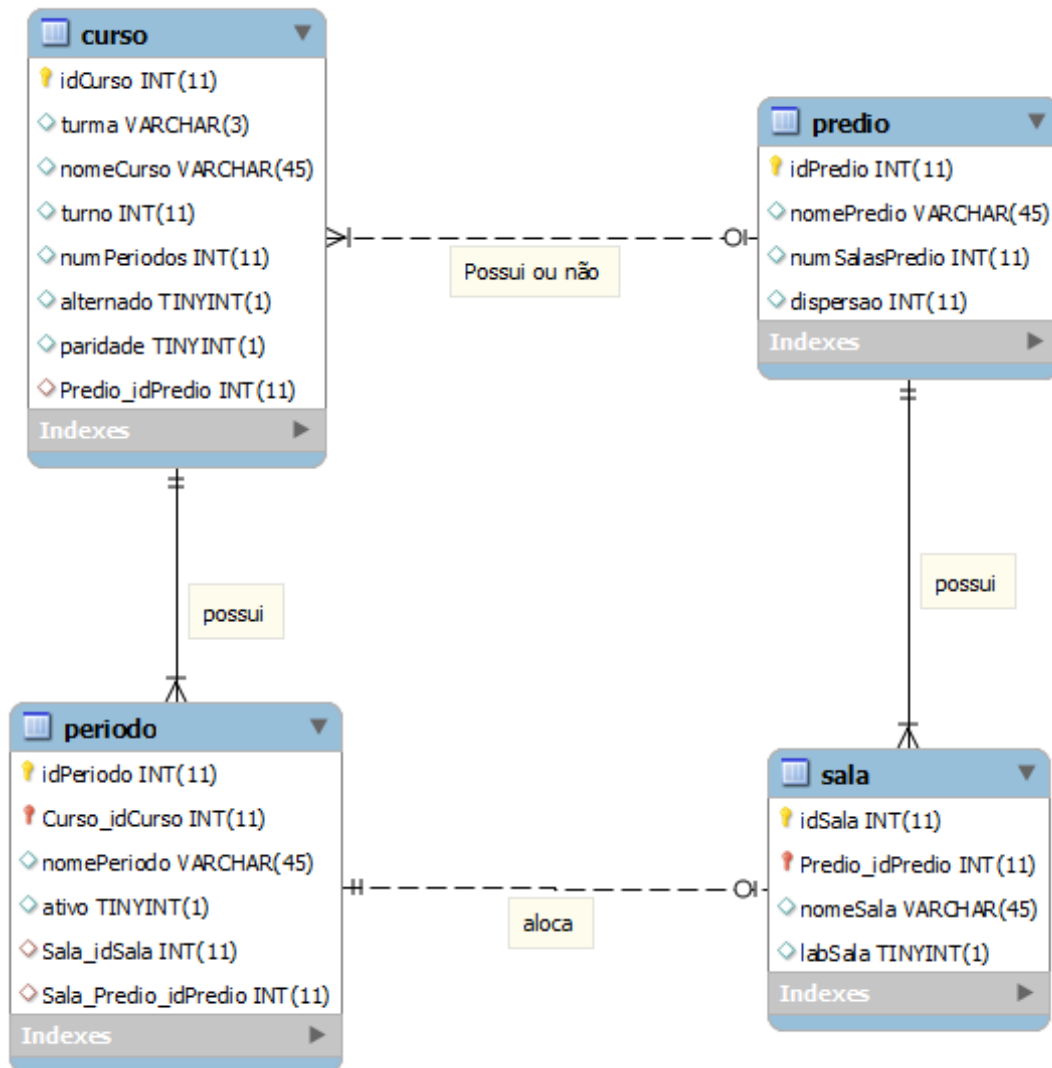


Figura 5: Modelo E-R.

Através do modelo E-R foi gerado o banco de dados no qual foram cadastrados todos os dados adquiridos no levantamento de campo.

3.3. Implementação

A solução computacional foi desenvolvida na linguagem de programação Python 2.6, por ser simples e eficiente. Basicamente, o sistema carrega o banco de dados, executa todo o processo de otimização através de algoritmos genéticos, chegando assim a uma solução viável e por fim gravando-a no database.

3.3.1. Cromossomo

O cromossomo é modelado baseado em dois atributos básicos: uma lista denominada “genes” e a “pontuação” que é do tipo Float como se pode observar na figura abaixo:

```

3 class Cromossomo:
4
5     def __init__(self, genes):
6         self.genes = genes
7         self.pontuacao = None
8         self.setPontuacao()

```

Figura 6: Construtor da classe “Cromossomo”.

A *pontuação* é preenchida através da função de avaliação que calcula a aptidão do cromossomo. O atributo *genes* é uma lista de objetos, do tipo *Periodo*, carregados do banco de dados. Cada período traz em seu construtor um atributo *self.sala* do tipo sala iniciado com um valor nulo por padrão para, posteriormente, ser preenchido na geração da população aleatória. Segue a representação do construtor da classe *Periodo*.

```

3 class Periodo:
4
5     def __init__(self, idPeriodo, idCurso, nomePeriodo, ativo, idSala, idPredio, predioPreferencial):
6
7         self.idPeriodo = idPeriodo
8         self.idCurso = idCurso
9         self.nomePeriodo = nomePeriodo
10        self.ativo = None
11        self.idSala = idSala
12        self.idPredio = idPredio
13        self.dispercaoSala = None
14        self.sala = None
15        self.predioPreferencial = predioPreferencial
16        self.setAtivo(ativo)

```

Figura 7: Construtor da classe *Periodo*.

Abstraindo um objeto *Cromossomo*, temos a representação abaixo.

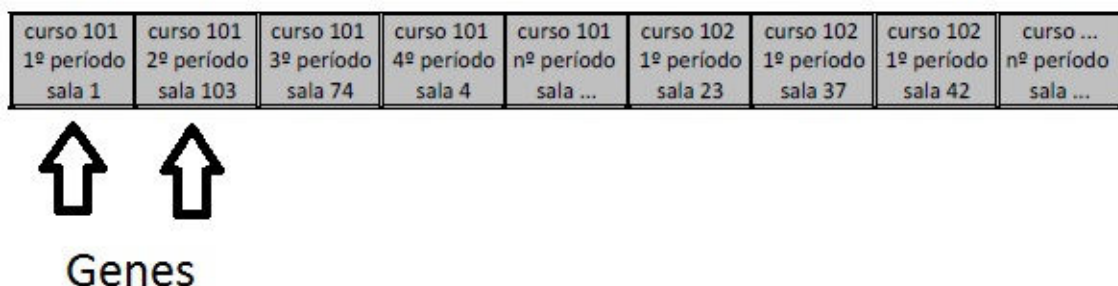


Figura 8: Abstração do objeto *Cromossomo*.

3.3.2. Inicialização

Para a inicialização do processo de otimização é gerada uma população de soluções (*Cromossomos*) aleatórias. São carregadas, do banco de dados, uma lista de objetos *Periodo* e outra de objetos *Sala*. Esta última é embaralhada e, em seguida, atribui-se cada elemento da mesma ao atributo *self.salados* elementos da lista de objetos *Periodo*.



Figura 9: Geração de uma solução aleatória.

A lista de períodos, devidamente preenchida com uma distribuição aleatória de salas, por fim é passada como parâmetro para o construtor da classe *Cromossomo* sendo atribuída ao *self.genes*, criando um objeto *cromossomo*.

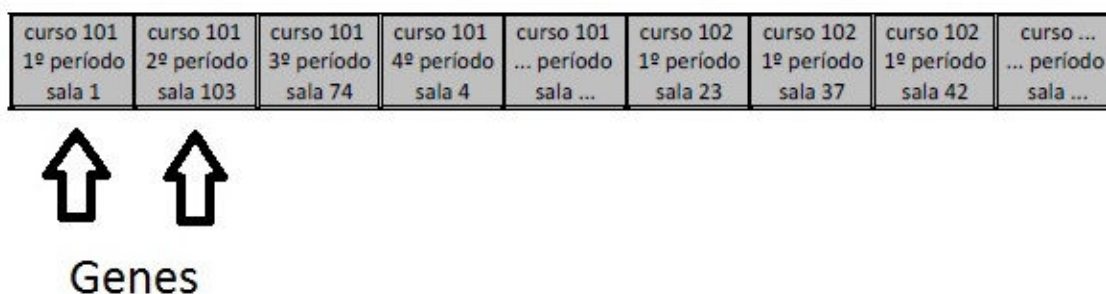


Figura 10: Representação de um cromossomo.

Este processo é repetido n vezes gerando uma população n *cromossomos*.

3.3.3. Avaliação

Para saber o quão boa está uma solução o sistema verifica em quais prédios, observando os valores de dispersão de cada um, estão alocados os períodos de um determinado curso. Após essa verificação, calcula-se a “variância” baseada nestes valores de dispersão, que resulta em um número que representa o quanto que estão

agrupados, ou dispersos, os períodos desse curso. Quanto menor o valor da variância, maior o agrupamento. Exemplificando temos a distribuição abaixo:

Curso de id 101	Dispersão do prédio alocado
1º Período	1
2º Período	1
3º Período	2
4º Período	10
5º Período	2
6º Período	4
7º Período	10
8º Período	2

Tabela 3: Exemplo de dispersão de períodos.

Temos dois períodos alocados num prédio de dispersão “1”, três períodos alocados num prédio de dispersão “2”, dois períodos alocados num prédio de dispersão “10” e um período alocado num prédio de dispersão “4”. O resultado é um vetor de dispersões [1, 1, 2, 2, 2, 4, 10, 10]. Calculando-se a “variância” para esse curso obtemos 12,75.

Em um exemplo de períodos mais agrupados temos:

Curso de id 101	Dispersão do prédio alocado
1º Período	1
2º Período	1
3º Período	2
4º Período	3
5º Período	2
6º Período	2
7º Período	1
8º Período	4

Tabela 4: Exemplo de dispersão de períodos.

Neste exemplo temos o vetor de dispersões [1, 1, 1,2, 2, 2, 3, 4] obtendo uma “variância” igual a 1,00.

Este mesmo processo é repetido em todo o *cromossomo*, para todos os períodos de todos os cursos. Somando todas as variâncias de todos os cursos em um cromossomo obtemos um valor é a primeira parte da pontuação de um indivíduo.

A outra parte da pontuação é o bônus. Alguns cursos possuem um prédio preferencial como o exemplo do curso de bacharelado em biologia que possui como preferencial alocação o prédio do departamento de biologia. Cada período de um curso alocado em um prédio preferencial equivale a uma pontuação a ser somada. O outro caso de bonificação acontece quando temos graduações em TI acomodadas em laboratórios de informática. Por conta disto cada período dos cursos de tecnologia da informação que for alocado em algum desses laboratórios a bonificação somará um valor. O total da soma dessas bonificações complementar a função de pontuação.

Para o *cromossomo* em questão, quanto menor a soma das variâncias e maior o bônus, mais próximo de uma solução ideal ele está. Unindo as duas partes mencionadas da pontuação criamos uma função de avaliação da aptidão de um cromossomo

$$\text{Pontuação} = \text{peso} * (\text{soma}(\text{variâncias})) + (1 - \text{peso}) * (100 / \text{bônus}).$$

O termo *peso* é uma forma de determinar a importância dada na fórmula final a cada um dos itens (*variâncias* e *bônus*) avaliados.

Ao criar um *cromossomo*, seu construtor automaticamente chama uma função chamada *setPontuacao* que faz toda a avaliação e calcula a pontuação do mesmo atribuindo-a ao atributo *self.pontuacao*.

3.3.4. Seleção

Com uma população de soluções gerada o sistema precisa selecionar os *cromossomos* que virão a ser cruzados para criar a próxima geração. Como métodos de seleção, esta solução computacional contempla os dois métodos mais usados: O método de seleção por aptidão, também conhecido por seleção roleta; e o método de seleção por torneio.

Na seleção pelo método da roleta os melhores *cromossomos*, (neste caso, os de menor pontuação) têm maior probabilidade de serem selecionados. Neste sistema são selecionados dois por geração para realizarem cruzamento.

Na seleção torneio, o sistema escolhe, de forma aleatória, quatro *cromossomos* e destes os dois melhores realizam cruzamento.

3.3.5. Cruzamento

Escolhidos os *cromossomos*, entra em ação a função de cruzamento. Esta função escolhe um índice aleatório para ser o ponto de ruptura na lista de genes. Em seguida escolhe-se aleatoriamente se a porção dos *cromossomos* a ser cruzada está abaixo ou acima deste ponto. É verificado gene a gene se, na possibilidade da permuta, existe algum gene igual em todo o *cromossomo*, para não correr o risco de haver mais de um período alocado na mesma sala ou um período alocado em salas diferentes. Os genes que não forem repetidos são permutados entre os dois *cromossomos*.

3.3.6. Mutação

Assim que são gerados os dois novos indivíduos existe uma pequena probabilidade de que ocorra uma mutação. Havendo mutação, são permutados dois genes aleatórios dentro de um mesmo *cromossomo*.

3.3.7. Atualização

Feito o cruzamento, os dois novos *cromossomos* são avaliados automaticamente e inseridos na população e os dois piores indivíduos são descartados.

3.3.8. Finalização

Todo o processo é repetido a partir da etapa de seleção, formando ciclos (gerações) até que certo critério de parada seja atingido e a solução obtida é gravada no banco de dados.

4. Análise dos resultados

4.1. Simulações

Para poder analisar a eficiência e ajustar parâmetros do algoritmo genético usados neste trabalho foram implementadas duas funções: *self.simulacao* e *self.simulacoes*. A primeira função executa todo o processo de otimização desde a etapa de seleção, e repete este ciclo de acordo com a quantidade de gerações passadas para a função. É possível, também, passar parâmetros como a taxa de mutação e o tipo de seleção. Após o término de todas as gerações, a função gera um arquivo com o relatório de toda a simulação executada, inclusive com a melhor solução obtida.

A função *self.simulacoes* chama *self.simulacao* *n* vezes. A cada simulação executada dentro deste método, é adicionada uma linha numa planilha de Excel com o resumo do relatório-texto, e numa segunda planilha é adicionada uma linha com a média de todas as simulações executadas dentro do método escolhido. De posse de todas essas informações é possível gerar gráficos para uma melhor análise do comportamento da solução computacional.

4.2. Resultados

Executamos várias simulações com valores diferentes para os parâmetros utilizados: taxa de mutação, peso e quantidade de gerações. O método de seleção escolhido foi a seleção por aptidão (Seleção Roleta). Para cada conjunto de valores fixos dos parâmetros a simulação foi repetida 10 vezes e em cada caso observamos a média dos indivíduos com melhor (menor) avaliação, com pior (maior) avaliação e a avaliação média da população final. Os resultados obtidos são descritos a seguir:

4.2.1. Evolução X Taxa de mutação

Nesta simulação pode-se observar a pontuação dos *cromossomos* em função da taxa de mutação que variou de 0,1 a 0,8 conforme a tabela abaixo.

Conjunto de Simulações	Qtd de simulações	Qtd de Gerações	Média do Melhor crom. depois da exec.	Média do Pior. crom. depois da exec.	Média das médias da Popul.	Tx de Mut (%)	Tipo de Seleção	Peso
Conjunto 24-7-2014 -- 21 1'50"	10	5000	35,504	35,686	35,677	1	Aptidao	0,65
Conjunto 24-7-2014 -- 21 23'44"	10	5000	30,969	31,008	31,001	2	Aptidao	0,65
Conjunto 24-7-2014 -- 21 45'35"	10	5000	24,426	24,493	24,486	3	Aptidao	0,65
Conjunto 24-7-2014 -- 22 7'20"	10	5000	20,704	20,737	20,733	4	Aptidao	0,65
Conjunto 24-7-2014 -- 22 29'1"	10	5000	18,635	18,663	18,656	5	Aptidao	0,65

Tabela 5: Evolução em função da taxa de mutação.

Conclui-se que uma taxa de 5% de mutação reduz, de forma mais eficiente, a pontuação das soluções. A figura a seguir traz o gráfico que mostra o comportamento da evolução do pior *cromossomo*, melhor *cromossomo*, e da média da pontuação da população.

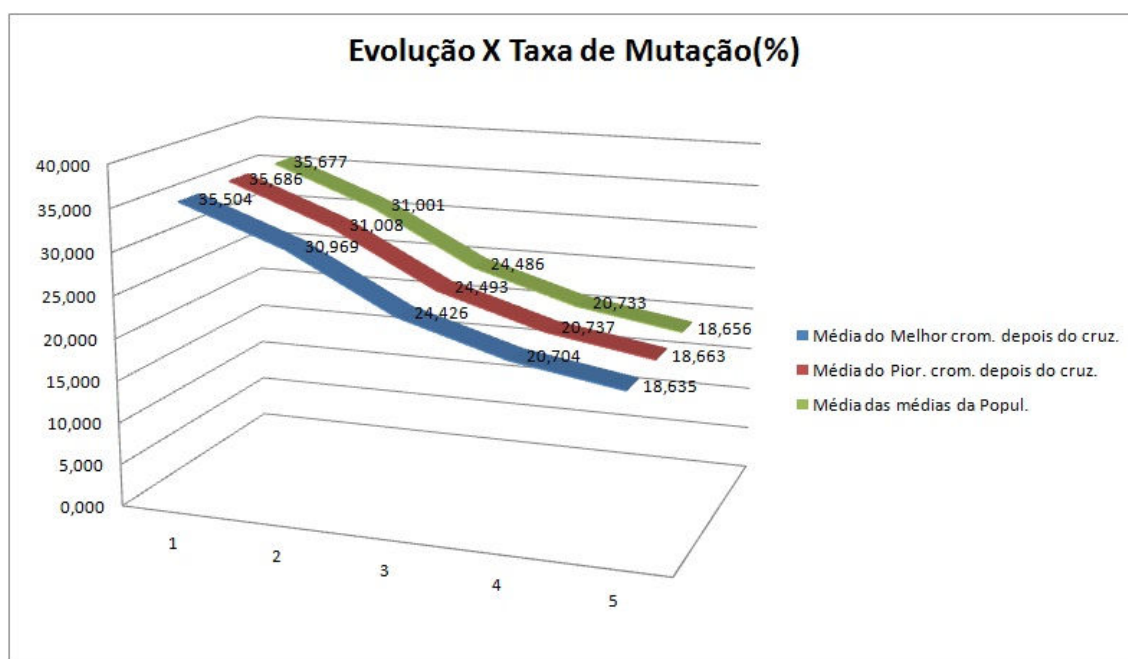


Figura 11: Evolução em função da taxa de mutação.

4.2.2. Evolução X Peso

Nesta simulação a pontuação dos *cromossomos* varia em função do peso (Função de Avaliação), no qual foram usados os valores 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8 de acordo com a Tabela 6.

Conjunto de Simulações	Qtd de simulações	Qtd de Gerações	Média do Melhor crom. depois da exec.	Média do Pior. crom. depois da exec.	Média das médias da Popul.	Tx de Mut (%)	Tipo de Seleção	Peso
Conjunto 25-7-2014 -- 14 13'59"	10	5000	7,422	7,463	7,455	5	Aptidao	0,1
Conjunto 25-7-2014 -- 17 10'36"	10	5000	10,211	10,251	10,242	5	Aptidao	0,2
Conjunto 25-7-2014 -- 17 33'34"	10	5000	12,041	12,041	12,041	5	Aptidao	0,3
Conjunto 25-7-2014 -- 18 22'48"	10	5000	13,031	13,062	13,061	5	Aptidao	0,4
Conjunto 25-7-2014 -- 18 46'14"	10	5000	15,503	15,515	15,514	5	Aptidao	0,5
Conjunto 25-7-2014 -- 19 35'7"	10	5000	16,663	16,817	16,722	5	Aptidao	0,6
Conjunto 25-7-2014 -- 20 9'36"	10	5000	17,724	18,145	17,942	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 20 32'57"	10	5000	17,071	17,230	17,222	5	Aptidao	0,7
Conjunto 25-7-2014 -- 21 11'2"	10	5000	17,688	17,869	17,850	5	Aptidao	0,75
Conjunto 25-7-2014 -- 21 41'33"	10	5000	19,924	20,322	20,300	5	Aptidao	0,8

Tabela 6: Evolução em função do Peso.

Lembramos que a função de avaliação é $\text{peso} * (\text{soma}(\text{variâncias})) + (1 - \text{peso}) * (100/\text{bônus})$ ou seja, o peso só pode variar de 0 a 1. Quanto maior o peso, maior importância terá a dispersão da alocação dos cursos e menor significância terá a bonificação e vice-versa. De acordo com a tabela anterior, os melhores resultados foram obtidos com o valor 0,65 para o peso. Dessa forma, vamos adotá-lo como um valor padrão para nossas simulações. A Figura 12 a seguir demonstra como se comportou a evolução nesta situação.

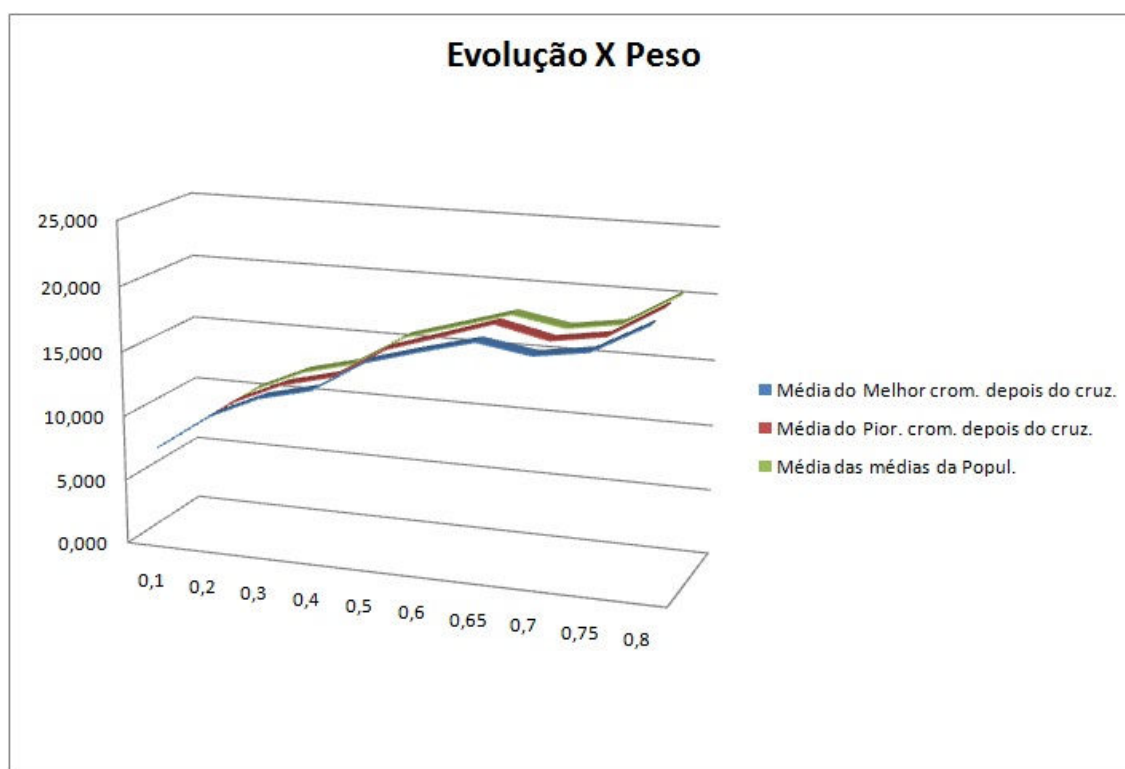


Figura 12: Evolução em função do Peso.

4.2.3. Evolução X Quantidade de gerações

Nesta simulação a pontuação dos *cromossomos* varia em função da quantidade de gerações, como se pode observar na Tabela 7.

Conjunto de Simulações	Qtd de simulações	Qtd de Gerações	Média do Melhor crom. depois da exec.	Média do Pior. crom. depois da exec.	Média das médias da Popul.	Tx de Mut (%)	Tipo de Seleção	Peso
Conjunto 25-7-2014 -- 3 21'10"	10	100	55,666	56,380	56,201	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 21'37"	10	200	48,437	49,559	48,977	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 22'29"	10	300	49,241	49,959	49,709	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 23'48"	10	400	48,998	49,812	49,618	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 25'33"	10	500	49,271	49,774	49,605	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 27'44"	10	600	42,226	42,718	42,627	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 30'21"	10	700	41,954	42,584	42,312	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 33'25"	10	800	44,319	44,542	44,525	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 36'55"	10	900	43,967	44,738	44,541	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 40'52"	10	1000	37,831	38,727	38,428	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 45'14"	10	2000	30,027	30,491	30,404	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 3 53'56"	10	3000	26,335	26,668	26,594	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 4 7'2"	10	4000	21,156	21,269	21,250	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 4 7'30"	10	5000	18,005	18,104	18,082	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 4 46'30"	10	6000	15,730	15,746	15,742	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 5 12'49"	10	7000	14,053	14,147	14,136	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 5 43'18"	10	8000	13,971	13,971	13,971	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 6 18'17"	10	9000	11,923	11,949	11,934	5	Aptidao	0,65
Conjunto 25-7-2014 -- 6 57'52"	10	10000	11,342	11,355	11,351	5	Aptidao	0,65
Conjunto 26-7-2014 -- 11 30'55"	10	20000	8,691	8,698	8,695	5	Aptidao	0,65
Conjunto 26-7-2014 -- 12 59'52"	10	30000	6,481	6,494	6,494	5	Aptidao	0,65
Conjunto 26-7-2014 -- 15 17'29"	10	40000	6,616	6,616	6,616	5	Aptidao	0,65
Conjunto 26-7-2014 -- 18 18'26"	10	50000	5,619	5,619	5,619	5	Aptidao	0,65
Conjunto 27-7-2014 -- 3 2'8"	10	60000	5,954	5,954	5,954	5	Aptidao	0,65

Tabela 7: Evolução em função da quantidade de gerações.

Podemos observar que a partir de 30000 gerações, a variação da pontuação tende a se tornar uma constante para o pior *cromossomo*, melhor *cromossomo*, e a média da população. Verificamos que até 50000 gerações a pontuação tende a convergir para um mínimo, e a partir de 60000 gerações ela possui um valor maior. Sendo assim, a execução de uma quantidade de gerações muito acima de 50000 gerações, torna o custo computacional e tempo muito alto para se chegar a uma solução mais viável, tornando este valor interessante para se obter uma solução satisfatória. Tal situação pode ser mais bem representada pela Figura 13.

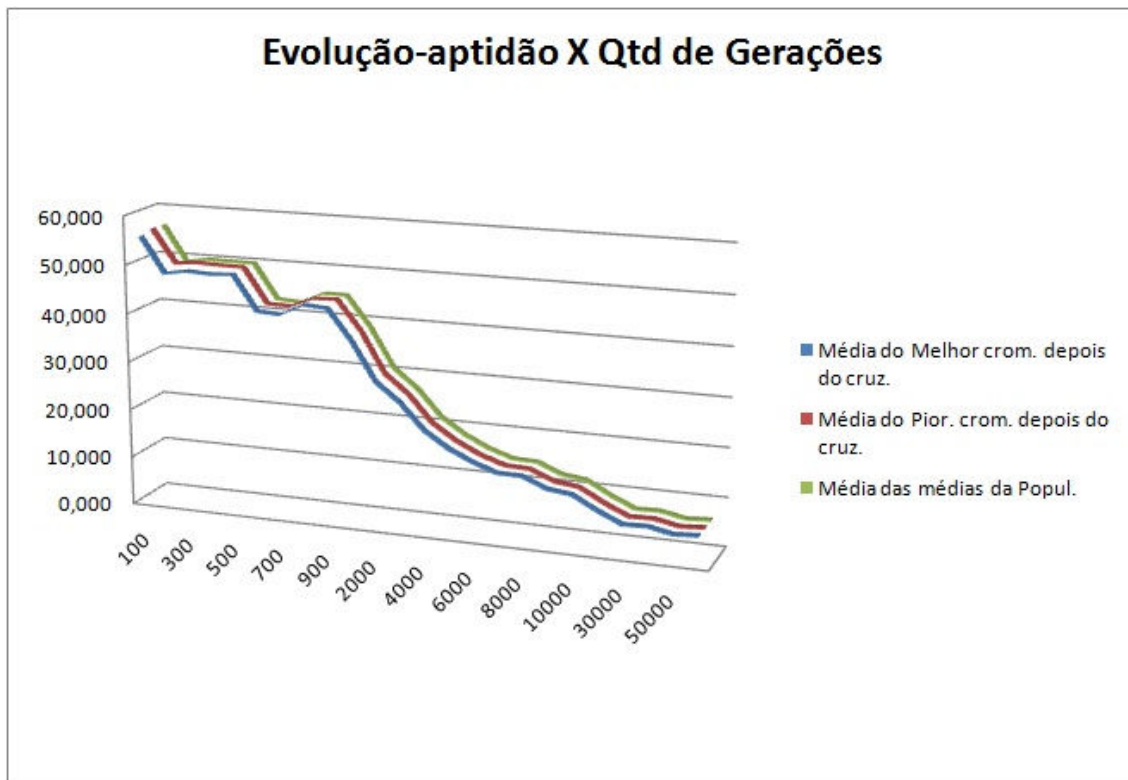


Figura 13: Evolução em função da quantidade de gerações.

5. Conclusão

Embora o uso de algoritmos genéticos, para o problema apresentado neste trabalho, exija grande capacidade computacional, foi possível chegar a uma solução próxima da ideal. Segundo Silva (2001), pelas suas características de robustez e moderada facilidade de implementação, os algoritmos genéticos ganharão maior atenção num futuro próximo, principalmente pela evolução dos computadores que tornarão sua aplicabilidade cada vez mais viável.

É possível economizar esforço humano e tempo com uma simples aplicação em algoritmos genéticos rodando em um computador comum, como um notebook por exemplo.

Este trabalho usou um problema real, com dados reais, trabalhando com soluções reais, deixando um banco de dados completo com todas as informações sobre as salas de aula da UFRPE e sua distribuição. Tal banco de dados pode ser reutilizado para qualquer outra aplicação como, por exemplo, o SIGA (Sistema de Gerenciamento Acadêmico) permitindo uma integração futura com esta solução computacional de alocação de salas de aula, podendo disponibilizá-la aos estudantes para que os mesmos tenham acesso à informação de que salas irão frequentar.

Outra opção futura, é a implementação de um sistema de geração de grade horária integrado com este trabalho, para que juntos com SIGA possam gerar toda distribuição de salas de aulas por turmas, disciplinas e horários, dando, aos estudantes, acesso a essas informações que hoje carecem no SIGA.

Este trabalho também serve como base para, mais adiante, implementar uma solução com outras heurísticas e compará-las, afim de observar características como robustez, eficiência, eficácia, facilidade de implementação, e o quão satisfatórias são as soluções geradas por outras heurísticas em comparação com os algoritmos genéticos.

Referências Bibliográficas

OLIVEIRA, A. C de. **Uso do algoritmo genético e recozimento simulado para o problema de alocação de salas.** Lavras - MG, 2006. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação). Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras.

SCHAEFER, A. (1999), A survey of automated timetabling, *Artificial Intelligence Review*, 13, 87- 127.

JÚNIOR, H. F de. L; CORRÊA, M. V. **Implementação de um sistema de alocação de professores e disciplinas em grades horárias utilizando algoritmos genéticos.** São Paulo, 2010. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação). Universidade Anhembi Morumbi.

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

JÚNIOR, O de. O. B. **Otimização de horários em instituições de ensino superior através de algoritmos genéticos.** Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, H. C. B. **Algoritmo Evolutivo no Tratamento do Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo.** Lavras, 2005. Monografia, (Graduação em Bacharelado em Ciências da Computação) Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras.

HOLLAND, J. H. **Adaptation in Natural and Artificial System**. University of Michigan Press, 1975.

LUCAS, D. C. **Algoritmos Genéticos: uma Introdução**. Rio Grande do Sul, 2002. Apostila (Apostila elaborada sob a orientação de Luís Otávio Álvares, para a disciplina de Ferramentas de Inteligência Artificial). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PACHECO, M. A. C. **Algoritmos genéticos: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro, 1999. Artigo. Laboratório de inteligência artificial aplicada.

SILVA, E. E da. **Otimização de estruturas de concreto armado utilizando algoritmos genéticos**. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Universidade de São Paulo.

Apêndice A

Anexo 1: Solução (cromossomo) aleatória gerada pelo sistema

Cromossomo de Pontuacao: 90.0479166667

idCurso: 201
idPeriodo: 20101
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12109
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20102
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16113
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20103
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12216
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20104
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11303
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20105
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16118
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20106
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 17
Sala Alocada: 17109
Dispercao da sala alocada: 9
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20107

Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11104
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20108
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11304
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20109
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 18
Sala Alocada: 18001
Dispercao da sala alocada: 7
Predio Preferencial: 17

idCurso: 201
idPeriodo: 20110
Periodo: decimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12101
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 17

idCurso: 202
idPeriodo: 20201
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10303
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20202
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12215
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20203
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11204

Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20204
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16227
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20205
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12105
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20206
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 18
Sala Alocada: 18003
Dispercao da sala alocada: 7
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20207
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10203
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20208
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 17
Sala Alocada: 17108
Dispercao da sala alocada: 9
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20209
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16224
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: None

idCurso: 203
idPeriodo: 20301
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12200
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203

idCurso: 203
idPeriodo: 20303
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16223
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20305
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12218
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20307
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11301
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20309
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12217
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 10

idCurso: 204
idPeriodo: 20402
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12326
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 204
idPeriodo: 20404
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10202
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: None

idCurso: 204
idPeriodo: 20406
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12211
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 204
idPeriodo: 20408
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17107
 Dispercao da sala alocada: 9
 Predio Preferencial: None

idCurso: 205
 idPeriodo: 20501
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 19
 Sala Alocada: 19007
 Dispercao da sala alocada: 11
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20502
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 14
 Sala Alocada: 14003
 Dispercao da sala alocada: 1
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20503
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 20
 Sala Alocada: 20104
 Dispercao da sala alocada: 3
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20504
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 14
 Sala Alocada: 14001
 Dispercao da sala alocada: 1
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20505
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 17
 Sala Alocada: 17003
 Dispercao da sala alocada: 9
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20506
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 19
 Sala Alocada: 19008
 Dispercao da sala alocada: 11
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20507
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13106
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20508
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10305
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20509
 Periodo: nono
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16110
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
 idPeriodo: 20510
 Periodo: decimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13001
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: 15

idCurso: 206
 idPeriodo: 20601
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12107
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
 idPeriodo: 20603
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 19
 Sala Alocada: 19006
 Dispercao da sala alocada: 11
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
 idPeriodo: 20605
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10302
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
 idPeriodo: 20607
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12325
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
 idPeriodo: 20609
 Periodo: nono
 Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16112
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 207
 idPeriodo: 20702
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16114
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: None

idCurso: 207
 idPeriodo: 20704
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 14
 Sala Alocada: 14002
 Dispercao da sala alocada: 1
 Predio Preferencial: None

idCurso: 207
 idPeriodo: 20706
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16220
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: None

idCurso: 207
 idPeriodo: 20708
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12106
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: None

idCurso: 208
 idPeriodo: 20801
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 20
 Sala Alocada: 20001
 Dispercao da sala alocada: 3
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20803
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 18
 Sala Alocada: 18002
 Dispercao da sala alocada: 7
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20805
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16111
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20807
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10301
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20809
 Periodo: nono
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 19
 Sala Alocada: 19004
 Dispercao da sala alocada: 11
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 209
 idPeriodo: 20902
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13107
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: None

idCurso: 209
 idPeriodo: 20904
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16228
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: None

idCurso: 209
 idPeriodo: 20906
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11105
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: None

idCurso: 209
 idPeriodo: 20908
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12327
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: None

idCurso: 210
 idPeriodo: 21002
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12323
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
 idPeriodo: 21004
 Periodo: quarto

Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12330
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
 idPeriodo: 21006
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16116
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
 idPeriodo: 21008
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11101
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
 idPeriodo: 21010
 Periodo: decimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12300
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 211
 idPeriodo: 21101
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11206
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
 idPeriodo: 21102
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 14
 Sala Alocada: 14004
 Dispercao da sala alocada: 1
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
 idPeriodo: 21103
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 17
 Sala Alocada: 17213
 Dispercao da sala alocada: 9
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
 idPeriodo: 21104
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10201
 Dispercao da sala alocada: 8

Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
 idPeriodo: 21105
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12220
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
 idPeriodo: 21106
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10204
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 212
 idPeriodo: 21201
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13209
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 212
 idPeriodo: 21205
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16221
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 13

idCurso: 213
 idPeriodo: 21301
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12212
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21302
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 17
 Sala Alocada: 17106
 Dispercao da sala alocada: 9
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21303
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 15
 Sala Alocada: 15007
 Dispercao da sala alocada: 5
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21304

Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12110
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21305
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 20
 Sala Alocada: 20108
 Dispercao da sala alocada: 3
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21306
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12108
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21307
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12103
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21308
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13105
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 214
 idPeriodo: 21401
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 15
 Sala Alocada: 15002
 Dispercao da sala alocada: 5
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21402
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11305
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21403
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12104

Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21404
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 17
 Sala Alocada: 17004
 Dispercao da sala alocada: 9
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21405
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10102
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21406
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10101
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21407
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11102
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21408
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16226
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 215
 idPeriodo: 21501
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 20
 Sala Alocada: 20107
 Dispercao da sala alocada: 3
 Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
 idPeriodo: 21503
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 15
 Sala Alocada: 15004
 Dispercao da sala alocada: 5
 Predio Preferencial: 18

idCurso: 215

idPeriodo: 21505
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12214
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
idPeriodo: 21507
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16

Sala Alocada: 16119
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
idPeriodo: 21509
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16115
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 18

Anexo 2: Relatório gerado por uma simulação trazendo a melhor solução (cromossomo) otimizada pelo sistema.

Relatorio de simulacao 29-7-2014 -- 21 29'17"

Melhor Cromossomo apos simulacao-----

Cromossomo de Pontuacao: 5.80417562724

idCurso: 201

idPeriodo: 20101

Periodo: primeiro

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17214

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20102

Periodo: segundo

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17215

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20103

Periodo: terceiro

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17211

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20104

Periodo: quarto

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17106

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20105

Periodo: quinto

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17004

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20106

Periodo: sexto

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17110

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20107

Periodo: setimo

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17213

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20108

Periodo: oitavo

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17212

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20109

Periodo: nono

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17108

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 201

idPeriodo: 20110

Periodo: decimo

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 17

Sala Alocada: 17107

Dispercao da sala alocada: 9

Predio Preferencial: 17

idCurso: 202

idPeriodo: 20201

Periodo: primeiro

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 15

Sala Alocada: 15003

Dispercao da sala alocada: 5

Predio Preferencial: None

idCurso: 202

idPeriodo: 20202

Periodo: segundo

Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 11

Sala Alocada: 11203

Dispercao da sala alocada: 6

Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20203
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12100
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20204
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12101
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20205
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11301
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20206
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12330
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20207
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12200
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20208
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11104
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: None

idCurso: 202
idPeriodo: 20209
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11101
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: None

idCurso: 203
idPeriodo: 20301

Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10102
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20303
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10204
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20305
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10301
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20307
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10305
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 10

idCurso: 203
idPeriodo: 20309
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10101
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 10

idCurso: 204
idPeriodo: 20402
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 19
Sala Alocada: 19006
Dispercao da sala alocada: 11
Predio Preferencial: None

idCurso: 204
idPeriodo: 20404
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16119
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: None

idCurso: 204
idPeriodo: 20406
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16228

Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: None

idCurso: 204
idPeriodo: 20408
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16116
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: None

idCurso: 205
idPeriodo: 20501
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11103
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20502
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10304
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20503
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 15
Sala Alocada: 15005
Dispercao da sala alocada: 5
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20504
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11306
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20505
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 15
Sala Alocada: 15006
Dispercao da sala alocada: 5
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20506
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10302
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205

idCurso: 20507
idPeriodo: 20507
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 10
Sala Alocada: 10303
Dispercao da sala alocada: 8
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20508
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11204
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20509
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11102
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 15

idCurso: 205
idPeriodo: 20510
Periodo: decimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 11
Sala Alocada: 11305
Dispercao da sala alocada: 6
Predio Preferencial: 15

idCurso: 206
idPeriodo: 20601
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12323
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
idPeriodo: 20603
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12110
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
idPeriodo: 20605
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12214
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
idPeriodo: 20607
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12

Sala Alocada: 12329
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 206
 idPeriodo: 20609
 Periodo: nono
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12324
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 19

idCurso: 207
 idPeriodo: 20702
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 19
 Sala Alocada: 19005
 Dispercao da sala alocada: 11
 Predio Preferencial: None

idCurso: 207
 idPeriodo: 20704
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16222
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: None

idCurso: 207
 idPeriodo: 20706
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16118
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: None

idCurso: 207
 idPeriodo: 20708
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16221
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: None

idCurso: 208
 idPeriodo: 20801
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11303
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20803
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11206
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20805
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11304
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20807
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11106
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 208
 idPeriodo: 20809
 Periodo: nono
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 11
 Sala Alocada: 11205
 Dispercao da sala alocada: 6
 Predio Preferencial: 16

idCurso: 209
 idPeriodo: 20902
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 14
 Sala Alocada: 14002
 Dispercao da sala alocada: 1
 Predio Preferencial: None

idCurso: 209
 idPeriodo: 20904
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 20
 Sala Alocada: 20103
 Dispercao da sala alocada: 3
 Predio Preferencial: None

idCurso: 209
 idPeriodo: 20906
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13212
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: None

idCurso: 209
 idPeriodo: 20908
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13001
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: None

idCurso: 210
 idPeriodo: 21002
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim

Predio Alocado: 20
Sala Alocada: 20108
Dispercao da sala alocada: 3
Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
idPeriodo: 21004
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 20
Sala Alocada: 20102
Dispercao da sala alocada: 3
Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
idPeriodo: 21006
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 20
Sala Alocada: 20106
Dispercao da sala alocada: 3
Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
idPeriodo: 21008
Periodo: oitavo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 20
Sala Alocada: 20107
Dispercao da sala alocada: 3
Predio Preferencial: 16

idCurso: 210
idPeriodo: 21010
Periodo: decimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 20
Sala Alocada: 20109
Dispercao da sala alocada: 3
Predio Preferencial: 16

idCurso: 211
idPeriodo: 21101
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12106
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
idPeriodo: 21102
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12325
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
idPeriodo: 21103
Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12327
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
idPeriodo: 21104
Periodo: quarto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12220
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
idPeriodo: 21105
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12105
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 13

idCurso: 211
idPeriodo: 21106
Periodo: sexto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 15
Sala Alocada: 15007
Dispercao da sala alocada: 5
Predio Preferencial: 13

idCurso: 212
idPeriodo: 21201
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16113
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 13

idCurso: 212
idPeriodo: 21205
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 16
Sala Alocada: 16112
Dispercao da sala alocada: 10
Predio Preferencial: 13

idCurso: 213
idPeriodo: 21301
Periodo: primeiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12218
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
idPeriodo: 21302
Periodo: segundo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12212
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
idPeriodo: 21303
Periodo: terceiro

Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13107
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21304
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12321
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21305
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12102
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21306
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 13
 Sala Alocada: 13209
 Dispercao da sala alocada: 2
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21307
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12107
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 213
 idPeriodo: 21308
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12217
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 10

idCurso: 214
 idPeriodo: 21401
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10202
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21402
 Periodo: segundo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16109
 Dispercao da sala alocada: 10

Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21403
 Periodo: terceiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16220
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21404
 Periodo: quarto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16117
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21405
 Periodo: quinto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16227
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21406
 Periodo: sexto
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10104
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21407
 Periodo: setimo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 10
 Sala Alocada: 10201
 Dispercao da sala alocada: 8
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 214
 idPeriodo: 21408
 Periodo: oitavo
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 16
 Sala Alocada: 16225
 Dispercao da sala alocada: 10
 Predio Preferencial: 11

idCurso: 215
 idPeriodo: 21501
 Periodo: primeiro
 Periodo ativo? sim
 Predio Alocado: 12
 Sala Alocada: 12103
 Dispercao da sala alocada: 4
 Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
 idPeriodo: 21503

Periodo: terceiro
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12326
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
idPeriodo: 21505
Periodo: quinto
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12108
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
idPeriodo: 21507
Periodo: setimo
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12215
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 18

idCurso: 215
idPeriodo: 21509
Periodo: nono
Periodo ativo? sim
Predio Alocado: 12
Sala Alocada: 12213
Dispercao da sala alocada: 4
Predio Preferencial: 18

pontuacao antes do cruzamento

Pontuacao do cromossomo1: 71.5681944444
Pontuacao do cromossomo2: 85.8923611111
Pontuacao do cromossomo3: 69.5202777778
Pontuacao do cromossomo4: 73.3076388889
Pontuacao do cromossomo5: 72.5788888889
Pontuacao do cromossomo6: 75.1651388889
Pontuacao do cromossomo7: 79.4458333333
Pontuacao do cromossomo8: 56.415
Pontuacao do cromossomo9: 71.545
Pontuacao do cromossomo10: 72.6172222222
Pontuacao do cromossomo11: 68.1158333333
Pontuacao do cromossomo12: 74.6184722222
Pontuacao do cromossomo13: 70.5059974747
Pontuacao do cromossomo14: 72.2866666667
Pontuacao do cromossomo15: 82.5025
Pontuacao do cromossomo16: 71.5454166667
Pontuacao do cromossomo17: 70.2419764957
Pontuacao do cromossomo18: 72.9737820513
Pontuacao do cromossomo19: 66.5273611111
Pontuacao do cromossomo20: 71.6023611111
Pontuacao do cromossomo21: 69.8933333333
Pontuacao do cromossomo22: 68.3266666667
Pontuacao do cromossomo23: 67.2940359477
Pontuacao do cromossomo24: 76.2019444444
Pontuacao do cromossomo25: 68.6940277778
Pontuacao do cromossomo26: 68.28875
Pontuacao do cromossomo27: 86.9908333333
Pontuacao do cromossomo28: 81.98625
Pontuacao do cromossomo29: 82.8326388889
Pontuacao do cromossomo30: 72.1194444444

pontuacao depois do cruzamento

Pontuacao do cromossomo1: 5.80417562724

Pontuacao do cromossomo2: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo3: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo4: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo5: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo6: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo7: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo8: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo9: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo10: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo11: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo12: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo13: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo14: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo15: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo16: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo17: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo18: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo19: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo20: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo21: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo22: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo23: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo24: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo25: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo26: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo27: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo28: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo29: 5.80417562724
Pontuacao do cromossomo30: 5.80417562724

Quantidade de Geracoes: 500000

Quantidade de mutacoes realizadas: 49700

Taxa de mutacao: 5%

Melhor Cromossomo antes do cruzamento: 56.415

Melhor Cromossomo depois do cruzamento: 5.80417562724

Pior Cromossomo depois do cruzamento: 5.80417562724

Tempo de Execucao: 13832.687 segundos

-----Fim do Relatorio-----