



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

CHRYSTIAN ALEXANDER CRUZ PATRIOTA

**CONSTRUÇÃO AUTOMATIZADA DE GRADE DE HORÁRIOS: UMA SOLUÇÃO
COM ALGORITMOS GENÉTICOS**

PAU DOS FERROS

2021

CHRYSTIAN ALEXANDER CRUZ PATRIOTA

**CONSTRUÇÃO AUTOMATIZADA DE GRADE DE HORÁRIOS: UMA SOLUÇÃO
COM ALGORITMOS GENÉTICOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Tecnologia da Informação.

Orientador: Profa. Dra. Samara Martins Nascimento

PAU DOS FERROS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P314c Patriota, Chrystian Alexander Cruz.
Construção automatizada de grade de horários:
Uma solução com Algoritmos Genéticos / Chrystian
Alexander Cruz Patriota. - 2021.
130 f. : il.

Orientadora: Samara Martins Nascimento.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Tecnologia da
Informação, 2021.

1. Algoritmo Genético. 2. Otimização
combinatória. 3. Meta-Heurística. 4. Grade de
horários. I. Nascimento, Samara Martins, orient.
II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CHRYSTIAN ALEXANDER CRUZ PATRIOTA

**CONSTRUÇÃO AUTOMATIZADA DE GRADE DE HORÁRIOS: UMA SOLUÇÃO
COM ALGORITMOS GENÉTICOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Tecnologia da Informação.

Defendida em: 31/05/ 2021.

BANCA EXAMINADORA

**SAMARA MARTINS
NASCIMENTO:05508
841490**

Assinado de forma digital por
SAMARA MARTINS
NASCIMENTO:05508841490
Dados: 2021.06.05 06:59:09 -03'00'

Profª. Dra. Samara Martins Nascimento (UFERSA)
Presidente

**REUDISMAM ROLIM
DE
SOUSA:08392843495**

Assinado de forma digital por
REUDISMAM ROLIM DE
SOUSA:08392843495
Dados: 2021.06.05 07:33:30 -03'00'

Prof. Dr. Reudismam Rolin de Sousa (UFERSA)
Membro Examinador

**FELIPE TORRES
LEITE:06667720451**

Assinado digitalmente por FELIPE TORRES LEITE:
06667720451
DN: CN=FELIPE TORRES LEITE:06667720451, OU=UFERSA
- UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ARIDO,
O=ICPEdu, C=BR
Razão: Eu estou aprovando este documento
Localização: Pau dos Ferros/RN
Data: 2021.06.07 08:48:23 -03'00'
Foxit Reader Versão: 10.1.4

Prof. Me. Felipe Torres Leite (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Nancy Lucia Alves da Cruz e José Bezerra Patriota, por sempre me proverem tudo que eu precisava para estar nesta instituição e nunca me deixaram faltar nada. Sempre foram a minha base.

A minha namorada, Vyrna Dias de Alcântara, pelo o apoio emocional e por sempre está na torcida por mim em tudo que eu me envolvia durante toda a graduação.

Aos meus professores durante a graduação, por compartilharem todo seu conhecimento, possibilitando a elaboração desta pesquisa.

A minha orientadora, Samara Martins Nascimento, por todo ensinamento, auxílio e pontualidade durante todo esse semestre para a elaboração desta pesquisa.

Ao professor, Reudismam Rolim de Sousa, por todo suporte e sabedoria em relação a minha pesquisa e durante todo a graduação.

Aos meus amigos, por sempre terem me dado suporte durante toda minha graduação.

RESUMO

A cada semestre, muitas instituições de ensino superior elaboram novas grades de horários, as quais serão utilizadas para guiar as atividades acadêmicas, dado um período de tempo. No entanto, muitas instituições têm dificuldades a respeito desta atividade, como: determinação de horários de aulas, verificação e validação da disponibilidade de salas, verificação de horários docentes e discentes, entre outros. Pensando nisso, este trabalho visa propor uma solução resolutiva para parte das dificuldades apresentadas, usando como estudo de caso experimentos realizados para geração automática da grade de horários para o curso de Bacharelado em Tecnologia de Informação (BTI) da UFERSA, no Campus de Pau dos Ferros. Inicialmente, foi realizada uma busca na bibliografia a respeito do problema, para identificar os trabalhos relacionados a esta proposta. Constatou-se a técnica de busca de algoritmos genéticos como sendo a mais adequada, sendo ela usada para os diferentes escopos, dada cada diferente característica da instituição de ensino. Com base no conhecimento obtido, foi possível realizar uma proposta específica para as necessidades da UFERSA. Dessa forma, foi realizada uma busca nos conjuntos de dados, identificando os professores e disciplinas que compõem a instituição no curso de BTI, e modelado um algoritmo genético, cuja proposta buscou construir, de forma eficiente, uma nova grade de horários. Os testes realizados mostraram-se satisfatórios, quando considerados o tempo de processamento e as diferentes restrições de horários observadas na Instituição.

Palavras-chave: Algoritmos Genéticos. Otimização Combinatória. Meta-Heurística. Grade de Horários.

ABSTRACT

Each semester, most of higher education institutions develop a new timetable, which will be used to guide academic activities, given a period of time. However, many institutions have difficulties regarding this activity, such as: determining class schedules, checking and validating the availability of classrooms, checking teaching and student schedules, among others. With this in mind, this work aims to propose a solution to part of the presented difficulties, using as a case study experiments carried out for an automatic generation of the timetable for the Bachelor of Information Technology (BTI) course at UFERSA, at the Campus Pau dos Ferros. Initially, a search was made in the bibliography regarding the problem to identify the works related to this proposal. The genetic algorithm search techniques were found to be the most appropriate, being used for different scopes, given each different characteristic of the educational institution. Based on the knowledge obtained, it was possible to make a specific proposal for UFERSA's needs. Thus, a search was performed in the data sets, identifying the teachers and subjects that make up the institution in the BTI course, and a genetic algorithm was modeled, whose proposal sought to efficiently build a new timetable. The tests performed were satisfactory, when considering the processing time and the different time restrictions observed at the Institution.

Keywords: Genetic Algorithms. Combinatorial Optimization. Meta-Heuristics. Timetable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ótimo local e ótimo global para minimização de função de avaliação	21
Figura 2 - Esquema de sequência do algoritmo genético	30
Figura 3 - Representação de um indivíduo para o algoritmo proposto.	39
Figura 4 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 4.....	56
Figura 5 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 4.....	57
Figura 6 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 4.....	58
Figura 7 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 4.....	59
Figura 8 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 4.....	60
Figura 9 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 4.....	61
Figura 10 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 1.....	69
Figura 11 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 1.....	70
Figura 12 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 1.....	71
Figura 13 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 1.....	72
Figura 14 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 1.....	73
Figura 15 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 1.....	74
Figura 16 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 2.....	76
Figura 17 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 2.....	77
Figura 18 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 2.....	78
Figura 19 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 2.....	79
Figura 20 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 2.....	80
Figura 21 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 2.....	81
Figura 22 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 3.....	83
Figura 23 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 3.....	84
Figura 24 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 3.....	85
Figura 25 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 3.....	86
Figura 26 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 3.....	87
Figura 27 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 3.....	88
Figura 28 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 5.....	90
Figura 29 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 5.....	91
Figura 30 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 5.....	92
Figura 31 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 5.....	93
Figura 32 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 5.....	94

Figura 33 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 5.....	95
Figura 34 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 6.....	97
Figura 35 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 6.....	98
Figura 36 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 6.....	99
Figura 37 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 6.....	100
Figura 38 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 6.....	101
Figura 39 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 6.....	102
Figura 40 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 7.....	104
Figura 41 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 7.....	105
Figura 42 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 7.....	106
Figura 43 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 7.....	107
Figura 44 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 7.....	108
Figura 45 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 7.....	109
Figura 46 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 8.....	111
Figura 47 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 8.....	112
Figura 48 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 8.....	113
Figura 49 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 8.....	114
Figura 50 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 8.....	115
Figura 51 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 8.....	116
Figura 52 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 9.....	118
Figura 53 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 9.....	119
Figura 54 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 9.....	120
Figura 55 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 9.....	121
Figura 56 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 9.....	122
Figura 57 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 9.....	123
Figura 58 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 10.....	125
Figura 59 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 10.....	126
Figura 60 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 10.....	127
Figura 61 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 10.....	128
Figura 62 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 10.....	129
Figura 63 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 10.....	130

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 4)	45
Gráfico 2 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 4	55
Gráfico 3 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 1	68
Gráfico 4 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 2	75
Gráfico 5 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 3	82
Gráfico 6 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 5	89
Gráfico 7 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 6	96
Gráfico 8 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 7	103
Gráfico 9 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 8	110
Gráfico 10 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 9	117
Gráfico 11 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 10	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Terminologia comum no algoritmo genético.	24
Tabela 2 - Representação binária de um indivíduo.	25
Tabela 3 - Outras formas de representação de indivíduo.	25
Tabela 4 - Representação visual do indivíduo através de um vetor.	35
Tabela 5 - Representação visual do período através de um vetor.	35
Tabela 6 - Exemplo de informações necessárias para representar uma aula vaga.	36
Tabela 7 - Exemplo de informações necessárias para representar uma aula.	36
Tabela 8 - Forma estrutural de uma solução para o caso particular do curso de BTI da UFERSA.	37
Tabela 9 - Forma visual de como são divididos e distribuídos os horários durante os dias letivos na UFERSA.	37
Tabela 10 - Horários vistos do ponto de vista da UFERSA e da solução proposta.	38
Tabela 11 - Qualificação das restrições para a proposta.	40
Tabela 12 - Tabela de restrições.	41
Tabela 13 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 1).	43
Tabela 14 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 2).	44
Tabela 15 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 3).	44
Tabela 16 - Exemplo de <i>Position-Based Crossover</i> (Parte 1).	46
Tabela 17 - Exemplo de <i>Position-Based Crossover</i> (Parte 2).	46
Tabela 18 - Exemplo de <i>Position-Based Crossover</i> (Parte 3).	47
Tabela 19 - Exemplo de <i>Position-Based Crossover</i> (Parte 4).	47
Tabela 20 - Hardware utilizados no processo de testes.	49
Tabela 21 - Softwares utilizados no processo de testes.	51
Tabela 22 - Parâmetros utilizados para realização dos testes.	52
Tabela 23 - Resultados obtidos dos testes.	52
Tabela 24 - Porcentagem do teste a respeito da forma de interrupção da execução.	53
Tabela 25 - Qualificações e quantidade das restrições quebradas pelo indivíduo de menor valor de aptidão remanescentes após o fim da execução dos testes.	53
Tabela 26 - Quais e a quantidade de restrições quebradas pelos testes que não obtiveram indivíduo de valor de aptidão igual a 0 (zero).	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	Algoritmo Genético
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
BTI	Bacharelado em Tecnologia da informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2	METODOLOGIA.....	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1	<i>TIMETABLE PROBLEM</i>	19
3.2	HEURÍSTICA	20
3.2.1	Meta-heurística	22
3.3	ALGORITMO GENÉTICO	23
3.3.1	Indivíduo.....	24
3.3.2	Função de Aptidão	25
3.3.3	Seleção.....	26
3.3.4	<i>Crossover</i>	27
3.3.5	Mutação	27
3.3.6	Elitismo	28
3.3.7	Parâmetro de Inicialização.....	28
3.3.8	Critério de Parada	29
3.3.9	Esquema de um Algoritmo Genético	29
4	TRABALHOS RELACIONADOS	31
5	UM ALGORITMO GENÉTICO PARA GERAÇÃO DE GRADE DE HORÁRIOS	33
5.1	CODIFICAÇÃO DO INDIVÍDUO.....	33
5.2	FUNÇÃO DE APTIDÃO.....	39
5.2.1	Restrições para o cálculo da aptidão.....	41
5.3	SELEÇÃO	42
5.3.1	Exemplo da aplicação do operador de seleção	43
5.4	<i>CROSSOVER</i>	45
5.5	MUTAÇÃO	47
5.6	ELITISMO	48
5.7	CRITÉRIO DE PARADA	48

6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
6.1	HARDWARE E SOFTWARE UTILIZADOS	49
6.2	TESTES E ANÁLISES DOS RESULTADOS	51
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
7.1	LIMITAÇÕES	62
7.2	TRABALHOS FUTUROS.....	63
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICE A – Resultados do Teste 1	68
	APÊNDICE B – Resultados do Teste 2.....	75
	APÊNDICE C – Resultados do Teste 3	82
	APÊNDICE D – Resultados do Teste 5	89
	APÊNDICE E – Resultados do Teste 6.....	96
	APÊNDICE F – Resultados do Teste 7	103
	APÊNDICE G – Resultados do Teste 8	110
	APÊNDICE H – Resultados do Teste 9	117
	APÊNDICE I – Resultados do Teste 10.....	124

1 INTRODUÇÃO

No início de cada semestre, muitas instituições de ensino superior costumam criar uma grade de horários, que será utilizada para guiar as atividades, dado um período de tempo. No entanto, muitas instituições possuem dificuldades a respeito desta atividade, que pode se apresentar como um trabalho árduo para ser concluído de forma eficiente, decorrente de vários fatores que podem influenciar no momento de desenvolvimento da solução. Esta atividade deve ser realizada com cuidado visto que problemas na grade de horários podem influenciar negativamente no dia-a-dia de discentes e docentes da instituição por todo semestre (HAMAWAKI, 2005).

A criação de uma grade de horários é uma atividade bastante desgastante quando feita manualmente, visto que vários fatores precisam ser considerados, como por exemplo: a quantidade e disponibilidade de professores, a quantidade e capacidade de salas de aula, as salas de aulas específicas para aulas práticas, como laboratório, os turnos em que os cursos ocorrem, o compartilhamento de turma entre cursos, além de questões organizacionais e pedagógicas da instituição. Assim, com uma alta quantidade de fatores podem influenciar a geração de uma grade de horários, a criação de forma manual pode vir a ser considerada muito custosa a certos níveis de complexidade (CRUZ et al., 2019). Apesar das dificuldades enfrentadas, usualmente, as grades de horários costumam ser geradas de forma manual (ALMEIDA, 2015). Notadamente, na UFERSA, Campus Pau dos Ferros, as grades de horários são criadas gradativamente pelas coordenações dos diferentes cursos da Instituição.

Almeida (2015) afirma que a elaboração da grade de horários de forma manual é bastante cansativa e exige grande esforço físico. Essa categoria de problema apresentada não é nova e já foi bastante estudada, sendo também conhecida como *timetable problem*, chamando atenção da literatura e vários pesquisadores, que buscam investigar o problema com o objetivo de automatizar a geração da grade de horários ou, ainda, propiciar uma melhor forma de gerar soluções comparada à forma manual (CARVALHO, 2011).

Para automatização desses processos, muitos métodos heurísticos foram utilizados; um dos que mais se destaca é o meta-heurístico. Esse método é baseado na busca local (CARVALHO, 2011). Algumas técnicas de busca que surgiram a partir do método meta-heurístico ao longo dos anos foram: *Simulated Annealing* (KIRKPATRICK et al., 1983), *Tabu Search* (GLOVER, 1986), *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (FEO;

RESENDE, 1995), Algoritmos Genéticos (GOLDBERG, 1989), entre outros (CHAVES, 2009).

O AG é um tipo de algoritmo evolutivo, que possibilita uma otimização global de busca e baseia-se na seleção natural proposta por Darwin (1859). São utilizadas buscas paralelas, aleatórias e bem estruturadas, com a finalidade de encontrar a solução mais ideal para problemas de alta complexidade lógica. Apesar de sua característica aleatória, os algoritmos genéticos têm sua busca dividida em várias possíveis soluções, proporcionando assim um leque extenso de busca (PREIS, 2007).

Este trabalho de pesquisa propõe uma solução para construir grades de horários, com base no uso de AG. O trabalho focou na geração de horários para o curso de Bacharelado em Tecnologia da Informação (BTI) da UFERSA, no Campus Pau dos Ferros. Como resultado, pretende-se reduzir o tempo despendido pelos coordenadores de curso, para gerar os horários de cada semestre. Os algoritmos genéticos possibilitam considerar diferentes restrições do problema para chegar a um resultado direcionado ao modo como os coordenadores geram horários tradicionalmente.

1.1 JUSTIFICATIVA

A geração automática de uma grade de horários pode auxiliar uma instituição de ensino superior a ter um melhor planejamento para cada semestre. Além disso, ajuda a reduzir o tempo para gerar este material, diminuindo a possibilidade de erros durante a realização desta operação. Além disso, permite que os envolvidos na geração da grade de horários dediquem-se a outras atividades (HAMAWAKI, 2005). Visando esse objetivo, método meta-heurístico são recomendado como é o caso do AG (CARVALHO, 2011).

O AG tem seu uso aplicado na resolução de complexas atividades de otimização, sendo ele considerado robusto, englobando um processamento que envolve parâmetros e variáveis, os quais precisam ser processados para gerar uma solução. Dentre os exemplos de uso, pode-se considerar problemas como: decodificação de mensagem (OLIVEIRA; XEXÉO, 2011), planejamento de trajetória para robô (MONTEIRO, 2003), problema do caixeiro viajante (CHAVES, 2003), alocação de horário de instituições (ALMEIDA, 2015), setor de telecomunicações (TORTELLA et al., 2016), problemas a serem solucionados na área da saúde (GASPARETTO et al., 2010), entre outros (NUNES et al., 2013; PREIS, 2007).

Com uma reputação positiva dentre as pesquisas que tentam resolver o *timetable problem*, o AG é visto sendo bastante utilizados para a resolução deste problema (MAYDANA, 2011; PREIS, 2007). Para o caso da UFERSA, tem-se uma gama de variáveis e restrições que precisam ser satisfeitas, o que deixa a resolução desta tarefa de forma manual bastante cansativa, incentivando o uso de uma técnica meta-heurística. Dessa forma, a escolha pelo AG, para geração da grade de horários na UFERSA, apresenta-se como adequada, além da sua curva de aprendizado ser baixa e de ser de fácil de implementação.

1.2 OBJETIVOS

Para uma melhor organização do que foi feito neste trabalho é necessário definir o objetivo geral, que será alcançado dado o cumprimento de objetivos específicos. Os objetivos elencados serão mostrados nas próximas subseções 1.2.1 e 1.2.2.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é idealizar e implementar um algoritmo utilizando AG capaz de gerar grades de horários de forma eficiente e automatizada. A geração de grade de horários será feita com os componentes curriculares e professores que compõem as turmas do curso de BTI da UFERSA, Campus Pau dos Ferros, respeitando as restrições impostas pela instituição.

1.2.2 Objetivos específicos

Tem-se como objetivos específicos:

- Obter as informações de disciplinas, turmas e professores que compõem o curso de BTI para o uso no algoritmo.
- Definir a representação de um indivíduo, sendo ele representado da maneira mais simples e completa possível para evitar a sua reconstrução.
- Definir uma função de aptidão, capaz de avaliar o indivíduo e atribuir uma nota ao mesmo. Essa nota indicará o quão próximo o mesmo está de ser uma solução eficiente para o problema.
- Definir quais operadores genéticos participarão da solução.

- Definir qual técnica será a melhor para operar nesta proposta, considerando o cenário do curso de BTI, na UFERSA, Campus Pau dos Ferros.
- Avaliar através de testes se o algoritmo está criando a grade de horários de forma correta e eficiente, tanto em relação ao tempo de execução, quanto ao resultado gerado.
- Apresentar a grade de horários que o algoritmo produz ao fim de sua execução.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente estudo encontra-se organizado da seguinte forma: no Capítulo 2 é apresentada a metodologia da pesquisa realizada, indicando como foi realizado o planejamento e execução do trabalho; no Capítulo 3 é apresentado o referencial teórico necessário para o desenvolvimento deste trabalho; no Capítulo 4 são elencados trabalhos relacionados a esta proposta; no Capítulo 5 é descrito o algoritmo implementado, apresentando a sua lógica; no Capítulo 6 são expostos os resultados e as análises feitas, dada a execução do algoritmo construído, assim como a geração da grade de horário; no Capítulo 7 são realizadas as considerações sobre a realização do trabalho, seus limites identificados e trabalhos futuros.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa descritiva. Segundo Gil (2002), uma pesquisa descritiva refere-se à descrição das características de fenômenos e estabelecimento de relações entre variáveis, que é marcada pela coleta sistêmica e padronizada de dados. Para o alcance dos objetivos propostos, foi realizada uma delimitação neste estudo. Dessa forma, a pesquisa se restringe ao estudo do desenvolvimento de uma grade de horários para o curso de BTI da UFERSA, no Campus Pau dos Ferros.

Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas relacionadas a Algoritmos Genéticos, usados em *timetable problem*, apenas quando estes tinham como foco a geração de grade de horários em Instituições de Ensino. Com o levantamento bibliográfico realizado e o conhecimento mais aprofundado sobre o conteúdo de interesse, foi possível propor a idealização e implementação de um algoritmo que usasse a técnica de busca, pertencente a Algoritmos Genéticos, que pode ser utilizada para a geração da grade de horários pretendida.

Para a idealização e implementação do algoritmo proposto, foi utilizado o método hipotético-dedutivo (POPPER, 1975) que visa criar hipóteses sobre quais tipos de operadores genéticos, codificação de indivíduo e restrições pode-se utilizar. Assim, para os testes realizados, os parâmetros para inicialização da execução foram obtidos através do método hipotético-dedutivo, permitindo a realização de experimentos, com os parâmetros de inicialização, que geraram resultados adequados e eficientes para solução.

A abordagem desta pesquisa é quali-quantitativa. Os resultados obtidos no fim de cada experimento geraram dados, que permitem realizar validações estatísticas, para uma melhor visualização das informações.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, é apresentada a pesquisa e o conhecimento que foi necessário para aplicar neste trabalho, o qual foi dividido em três subseções para uma melhor leitura e organização do documento. As subseções elencadas são: *Timetable Problem*, Heurística e Algoritmo Genético.

3.1 TIMETABLE PROBLEM

Timetable problem é a problemática central deste trabalho, que tem seu foco na construção da grade de horários de uma Instituição de Ensino. Segundo Rocha (2013), o *timetable problem* pode se apresentar em diversas áreas, como: escalas de trabalhadores em uma empresa, escalas de condutores de veículos de transporte, escalas de jogos de competições esportivas e construções de propostas no contexto educacional, que é o foco deste trabalho.

Timetable problem, relacionado com a área educacional, consiste em alocar uma aula contendo um certo grupo de alunos com um ou mais professores para lecionar uma disciplina. Dessa forma, a aula é alocada para um certo horário, em uma limitada grade de horários, e é escolhida uma sala de aula, para a mesma ser ministrada. A realização desta atividade deve ser elaborada de forma que não ocorra nenhum conflito com a sala de aula, os alunos e os professores, satisfazendo uma série de restrições, que envolvem todos os atores participantes do processo de construção, incluindo a própria instituição (AZIZ; AIZAM, 2018).

As restrições são regras e normas feitas pela instituição, assim como, a preferência de professores e alunos a respeito da alocação de aula em uma grade de horários. Para uma ótima elaboração de tal artefato, todas as restrições devem ser respeitadas. A produção de uma grade de horários manualmente é um trabalho bastante monótono e a elaboração dela com uma alta qualidade exige muito esforço e se transforma em uma tarefa bastante cansativa (AZIZ; AIZAM, 2018).

Uma grade de horários dita como ótima é a mesma que foi produzida de uma forma que tem a capacidade de respeitar todas as restrições impostas por várias fontes, além de evitar conflitos de salas de aula, professores e alunos. Na maioria dos casos, esse trabalho árduo de produção de grade de horários é deixado para a área administrativa realizar, tornando-se alvo de preocupação de muitas instituições (AZIZ; AIZAM, 2018).

A criação de uma grade de horários é um trabalho que não existe uma fórmula universal para ser feito. Ao longo do tempo tem se visto a formulação de diversas modelagens que visavam solucioná-la. Essa situação ocorre pelo fato de cada instituição de ensino possuir suas próprias regras e normas. Apesar de suas diferentes abordagens para solução do problema, existe aspecto em comum, que é a divisão das restrições associada ao problema em dois grupos: fortes e fracos (ROCHA, 2013).

Uma restrição forte é uma qualificação dada para uma restrição quando a intenção é informar que ela não deve ser quebrada. Esse tipo de qualificação serve para evitar que casos impossíveis aconteçam, como por exemplo, a ocorrência de um professor ter que ministrar duas disciplinas diferentes em um mesmo horário (ROCHA, 2013).

A restrição fraca, por outro lado, é uma qualificação direcionada para restrições mais leves, que podem ser violadas sem causar a perda no aspecto de viabilidade da grade de horários. Um exemplo seria aulas de uma mesma disciplina e mesma turma serem ministradas em salas de aula diferentes para cada horário que ela se encontra. A restrição fraca pode ainda ser subdividida em grupos menores com o intuito de valorizar e hierarquizar restrições viáveis de outras restrições viáveis e assim obter uma melhor precisão no resultado final (ROCHA, 2013).

Várias abordagens já foram propostas para automatizar essa tarefa de geração de grade de horários, mas atualmente, há um grupo específico que ainda é bastante usado, que são os métodos heurísticos, mais precisamente os meta-heurísticos (ROCHA, 2013).

3.2 HEURÍSTICA

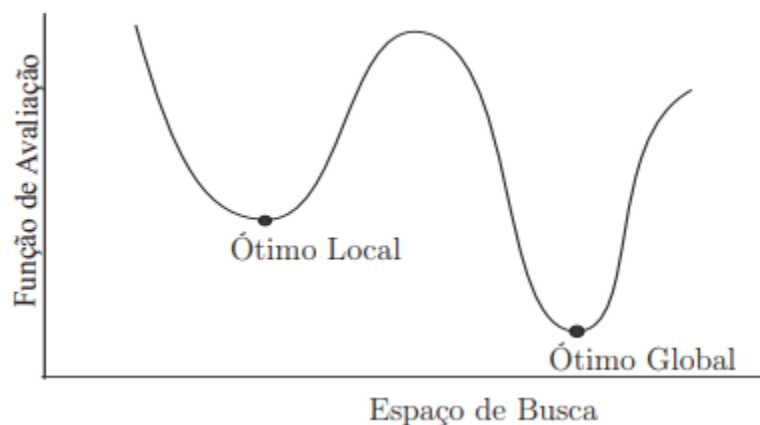
A heurística ou métodos heurísticos são técnicas para otimização combinatória em grande número de possibilidades e com um tempo consideravelmente curto para resolução do problema se comparado com a maneira convencional. A técnica convencional de se resolver esse problema de otimização combinatória é analisar todas as combinações possíveis e resguardar as soluções que mais satisfazem a demanda de quem está produzindo. Essa técnica é bastante recomendada para busca de soluções em um espaço bastante pequeno de combinações. Mas, em problemas reais, em sua grande maioria, o número de combinações é bastante extenso, fazendo assim, a análise de todas as combinações, um trabalho árduo de se realizar através do método convencional. Logo, para esse tipo de problema, se faz necessário o uso de métodos heurísticos, que buscam soluções que se aproximam de uma solução ótima,

em um curto período de tempo. Infelizmente, não é possível declarar se a solução encontrada é a melhor solução para o problema ou a quão próxima está da melhor solução, por limitação do próprio método (CHAVES, 2003).

Soluções para combinações podem se apresentar de diversas formas distintas; duas delas são através de ótimos locais e ótimo global. Para uma melhor compreensão do que são ótimos locais e ótimo global, pode-se imaginar um grupo de soluções finitas em um espaço de busca S em que s^* e s' pertencem ao espaço de soluções S e $f(s)$ é uma função de avaliação que calcula o valor de significância de uma solução para o problema, onde, quanto maior seu valor, mais satisfatória é a solução. Para que uma solução s^* seja considerada uma solução ótima local, $f(s')$ deve ser menor do que $f(s)$, onde s^* representa uma solução com característica de ótima local do sistema e s' é todas as soluções vizinhas a s^* . A solução ótima global, também é uma solução ótima local, mas com o diferencial de que dentre todas as soluções dentro do espaço de busca S que são caracterizadas como ótimas locais, a solução que detém o melhor valor da função $f(s)$, dentre elas, é uma ótima global (CHAVES, 2009).

Para uma melhor compreensão, a Figura 1 apresenta visualmente a representação de pontos considerados, ótimos locais e ótimo global.

Figura 1 - Ótimo local e ótimo global para minimização de função de avaliação



Fonte: COELHO (2006)

Um dos principais problemas, que pode ser observado nos métodos heurísticos convencionais, é a sua falta de diversidade em sua busca. Com esse tipo de obstáculo, a convergência de uma solução a partir de um método heurístico pode ser em um ótimo local e é improvável a sua ampliação na sua busca por respostas mais satisfatórias. Um exemplo deste tipo de método seria o método guloso, que é considerado um método de busca, o qual

procura, em regiões locais do espaço de busca, as melhores soluções sem se preocupar com as consequências (COELHO, 2006).

De acordo com Chaves (2009), uma área de estudo dos métodos heurísticos que é especializada em evitar a convergência prematura de soluções a um ótimo local é a chamada meta-heurística.

3.2.1 Meta-heurística

A Meta-heurística, como dita por Chaves (2009), é uma palavra original grega em que heurística significa “A arte de descobrir” e a meta significa “Maior generalidade”. Os métodos meta-heurísticos têm como seu principal objetivo evitar a convergência de soluções em uma busca em uma área definida como ótima local. Diz que a solução convergiu para um ótimo local quando não é mais possível explorar outras soluções que têm o potencial de obter melhores resultados (CHAVES, 2009).

Algumas propriedades que os métodos meta-heurísticos podem apresentar são simplicidade, coerência, efetividade, robustez e inovação. Sua simplicidade está relacionada ao fato de que os métodos meta-heurísticos são originados de princípios práticos e com uma considerável básica implementação; sua coerência é advinda da possibilidade de aplicar em um algoritmo a ideia principal do método meta-heurístico; a sua efetividade é a capacidade de encontrar ótimas soluções para problemas; a robustez diz que o método deve abranger diversos tipos de problemas reais; e sua inovação diz que o método deve ser acessível para a aplicação de mudanças, com o intuito de melhorar a sua busca (COELHO, 2006).

De acordo com Coelho (2006), dentro dos métodos meta-heurísticos não há um método que é considerado o melhor, mas sim um melhor para um problema de natureza específica. Além disso, Blum e Roli (2003) dizem que os métodos meta-heurísticos podem ser classificados através da quantidade de soluções que eles trabalham ao mesmo tempo, como os chamados algoritmos não-populacionais e os algoritmos populacionais.

Os algoritmos não-populacionais fazem sua busca através de movimento realizado sobre uma solução. Assim, eles geram uma outra solução com um potencial talvez melhor do que a original (COELHO, 2006). Alguns exemplos de método meta-heurístico com característica são *Simulated Annealing* (KIRKPATRICK, 1983), *Tabu Search* (GLOVER, 1986). Em contrapartida, os algoritmos populacionais realizam sua busca com uma quantidade limitada de soluções, onde as mesmas são combinadas, visando criar um novo

grupo de soluções possivelmente melhor que o inicial (COELHO, 2006). Um exemplo deste tipo de algoritmo é o Algoritmo Genético (GOLDBERG, 1989).

3.3 ALGORITMO GENÉTICO

O AG é um método de busca, meta-heurístico, bastante eficiente em explorar um extenso espaço de soluções e com ótimas chances de encontrar soluções próximas das desejadas. A técnica é independente de ação humana, em sua execução, para a maioria de suas implementações. Um dos grandes problemas a respeito do AG é seu tempo de execução, que pode ser considerável. Dessa forma, a recomendação de seu uso para a resolução de problemas volta-se para aqueles considerados de alta complexidade combinatória, onde seria inviável solucioná-lo sem o uso de um método heurístico (LINDEN, 2008).

De acordo com Goldberg (1989), o AG foi idealizado a partir da teoria da evolução de Charles Darwin (1859). Esse tipo de algoritmo combina soluções mais bem avaliadas dentro do espaço de busca com outras soluções, com a expectativa de se obter uma solução melhor do que as produzidas anteriormente. Esse processo se assemelha bastante com a ideia de evolução natural. O processo de busca realizado por um AG funciona com base na especulação de onde novos pontos de busca promissores podem estar e, a partir de então, são realizadas as combinações (GOLDBERG, 1989).

A teoria da evolução de Darwin (1859) diz que em um ecossistema repleto de indivíduos, todos vão estar competindo pela sobrevivência através da busca por recursos limitados, como água e alimento. Os indivíduos que menos se adaptarem tenderão a sobreviver menos, tendo dificuldade de gerar descendentes. Isso é o que se denomina de evolução natural.

De acordo com Goldberg (1989), o AG foi idealizado e desenvolvido por John Holland, na Universidade de Michigan. Esse método se difere de outros métodos de buscas por algumas peculiaridades, a exemplo da sua busca ocorrer através de um grupo de soluções e não pelo uso de uma solução por vez, o que melhora, de forma considerável, sua área de busca. Além disso, a natureza dos AG é probabilística e não determinística, como já mencionado e a aleatoriedade utilizada no AG é uma ferramenta para encontrar regiões no espaço de busca de possíveis soluções potenciais.

Algumas terminologias usadas no AG se originam da biologia como, por exemplo: Indivíduo ou Cromossomo, que representa uma solução dentro do AG; Gene, que na biologia

representa parte de um cromossomo, e para o contexto do AG representa uma característica dentro da solução. A Tabela 1 mostra algumas outras terminologias para AG.

Tabela 1 - Terminologia comum no algoritmo genético.

Linguagem Natural	Algoritmo Genético
Cromossomo	Indivíduo, Cromossomo
Gene	Característica
Alelo	Valor
<i>Locus</i>	Posição
Genótipo	Estrutura
Fenótipo	Conjunto De Parâmetros
Geração	Ciclo

Fonte:(LINDEN, 2008; PACHECO, 1999)

Para realizar a implementação de um AG são necessárias a codificação de um indivíduo, a elaboração de uma função de aptidão, comumente encontrada na literatura como função objetivo, e por fim realizar a operação dos operadores de seleção, *crossover* e mutação. Um último operador genético usados dentro dos AG é o de elitismo que auxilia na preservação de soluções promissoras. Para melhor entendimento, cada terminologia utilizada neste trabalho de pesquisa será definida a seguir.

3.3.1 Indivíduo

Conforme afirmado por Linden (2008), uma boa codificação do indivíduo é uma das partes mais cruciais dentro do AG. Nesse caso, uma boa representação da solução vai melhorar a busca do AG por soluções viáveis, além de evitar a constante configuração de sua representação. Cada parte que não pode ser dividida dentro do indivíduo é chamada de gene, em referência a parte fundamental do cromossomo na biologia (LINDEN, 2008).

A representação do indivíduo dentro do problema é feita totalmente ao gosto de quem está modulando, mas existem algumas recomendações a serem seguidas que são: a definição da modelagem do indivíduo clara e coerente, para que não existam confusões futuras. Caso haja soluções que não devem acontecer, não é necessário existir forma de indivíduo para representá-la (LINDEN, 2008).

Uma das representações mais simples de indivíduo é a representação binária, ou seja, o indivíduo é uma sequência de bits. Onde cada bit ou conjunto de bits pode representar alguma característica no indivíduo (LINDEN, 2008). A Tabela 2 apresenta um exemplo de representação binária de um indivíduo com bits alocados de forma aleatória, apenas por exemplificação e a Tabela 3 indica outras formas de representação do indivíduo.

Tabela 2 - Representação binária de um indivíduo.

Indivíduo				
1	0	0	0	1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 - Outras formas de representação de indivíduo.

Representação	Problema
Binário	Numérico, inteiro
Números Reais	Numérico
Permutação de símbolos	Baseado em ordem
Símbolos repetidos	Agrupamento

Fonte: (PACHECO, 1999)

3.3.2 Função de Aptidão

A função de aptidão é uma função utilizada para avaliar os indivíduos. Essa avaliação é feita para verificar o quão próximo um indivíduo está de se tornar uma solução para o problema. A mesma é utilizada para diferenciar os indivíduos aptos e os inaptos, assim, sendo útil para o operador genético de seleção (LINDEN, 2008).

Para a geração desta função, deve-se ter um domínio sobre o problema ao qual se deseja resolver, sendo este usado para realizar a avaliação do indivíduo com precisão. Além disso, a função deve sempre representar as metas, que serão utilizadas para resolver o problema e garantir as buscas adequadas por soluções promissoras (LINDEN, 2008).

O cálculo da função aptidão pode ser para maximizar ou minimizar o seu valor. A maximização, segundo Linden (2008), é usada para dar qualidade ou valor para indivíduo por possuir traços que podem favorecer a resolução de algum problema. Para a função que tenta minimizar o seu valor, segundo Preis (2007), é usada para calcular quantidade de erros cometidos pelos indivíduos. Ou seja, quanto maior é seu valor, menos potencial aquele indivíduo tem de ser uma solução válida.

3.3.3 Seleção

A seleção é uma etapa indispensável durante a execução do AG. Ela é a responsável por selecionar os indivíduos mais aptos dentro da população. Os considerados como indivíduos mais aptos são aqueles que apresentaram uma melhor avaliação durante a realização do cálculo de aptidão que foi explicado na Seção 3.3.2, com o intuito de que os selecionados realizem a próxima etapa do AG, o *crossover* (PACHECO, 1999).

Mesmo que o operador de seleção realize uma busca intensa pelos indivíduos, que possuem uma maior avaliação de aptidão, o operador ainda concede a oportunidade de indivíduos extremamente inaptos a serem escolhidos. Este detalhe ocorre pelo fato de que os indivíduos inaptos, mesmo que não sejam as melhores soluções, podem oferecer algumas características que permitem a criação de indivíduos mais aptos dos que os já existentes na população (LINDEN, 2008).

Existem várias formas de aplicar o operador de seleção dentro do AG. Mas, duas são bastante aplicadas dentro do seu desenvolvimento, que são: seleção através de roleta e seleção através de torneio. No método de seleção através de roleta, é imaginado uma roleta com todos os indivíduos da população ocupando um setor da mesma. O tamanho do setor ocupado pelo indivíduo é proporcional ao valor de aptidão que o mesmo possui. Ou seja, para indivíduos com uma avaliação de aptidão boa, vai ser garantido para este indivíduo um setor maior do que os demais indivíduos da população, mas caso o indivíduo não seja tão apto, será garantido um setor pequeno, mas nunca deixando a possibilidade de ser escolhido ser igual a 0 (zero) (LINDEN, 2008). Já a seleção através de torneio corresponde a uma seleção aleatória de n indivíduos dentro da população. Após os n indivíduos serem selecionados, são escolhidos os indivíduos que possuem a avaliação de aptidão maior para a próxima etapa do AG. Normalmente o valor da variável n é 3 (três) (LACERDA; CARVALHO, 1999).

3.3.4 *Crossover*

Através do operador genético de seleção, dois indivíduos pais são selecionados dentro da população de indivíduos. Após a seleção, os dois indivíduos pais são submetidos ao operador de *crossover*. Para a representação mais simples que é a binária, é selecionado um ponto de corte entre duas posições do indivíduo. Essa posição deve existir entre dois genes do indivíduo para ser um ponto de corte válido. Em seguida, um indivíduo filho é preenchido com as características do pai 1 (um), com todos os valores a esquerda do ponto de corte do pai 1 (um), logo após é inserido as características do pai 2 (dois) localizado à direita do ponto de corte do pai 2 (dois). Esse tipo de *crossover* é nomeado de *crossover* monoponto (LINDEN, 2008).

Para casos em que a representação de indivíduo é feita através de permutação de símbolos, o operador de *crossover* é usado de uma forma diferente. Para esse caso específico é necessário o uso de operadores genéticos de *crossover* baseado em ordens. A inevitabilidade para o uso deste operador, para esse tipo de representação de indivíduo se faz para que o *crossover* não gere indivíduos inválidos para a solução do problema. Um desse tipo de operador é o *Position Based Crossover* (NERY, 2016).

O *Position Based Crossover* (SYSWERDA, 1991) permite selecionar posições aleatórias dentro dos indivíduos pai para serem realizadas as operações. Assim que escolhidas, o indivíduo filho recebe as características do pai 1 (um), referente a posição selecionada, para as posições remanescentes, e são inseridas as características do pai 2 (dois), que ainda não existem no filho na mesma sequência em que aparece no pai 2 (dois) (NERY, 2016).

3.3.5 *Mutação*

Após a etapa de *crossover*, os indivíduos filhos gerados a partir desta operação são sujeitos a realizar a próxima etapa, a mutação. Para esta etapa é primeiro selecionado uma porcentagem para referenciar a probabilidade do indivíduo filho gerado no *crossover* de realizar a operação de mutação. A probabilidade pode ou não ser indicada como parâmetro iniciais no início da execução. Para o algoritmo, gerasse um valor em um intervalo de $[0,100[$ de forma aleatória, caso o valor seja menor que a porcentagem escolhida, deve-se realizar a mutação deste indivíduo filho, caso contrário a mutação não é realizada (LINDEN, 2008).

Quanto a porcentagem escolhida, é sempre recomendado que seja um valor pequeno como 0,5% a 10%. Caso a porcentagem escolhida seja muito alta vai fazer com que grande parte da população sofra mutação, os indivíduos podem se assemelhar a uma geração aleatória de solução como no método *random walk*, causando uma deficiência na busca (LINDEN, 2008).

O estímulo para uso desse operador se dá pelo fato de o mesmo oferecer uma ferramenta para manter a diversidade dentro da população. Além disso, possibilita que o AG explore novos pontos dentro do espaço de busca, com grande potencial de solução (NERY, 2016).

A mutação, quando permitida para realizar sua responsabilidade, escolhe de forma aleatória um gene para modificar o seu valor. Após escolhido, é feita uma alteração em seu gene para uma nova característica aleatória válida (LINDEN, 2008). Para casos em que a representação de indivíduo é feita através de permutação de símbolos, é interessante modificar o uso da mutação para que o operador realize a troca de posição do valor de dois genes selecionados de forma aleatória (CUNHA, 2019).

3.3.6 Elitismo

De acordo com Cunha (2019), o elitismo, também conhecido como reinserção, é uma etapa do AG que é realizada logo após o fim da mutação, em que uma porcentagem das melhores soluções da geração passada é garantida para a próxima geração.

A importância do elitismo dentro do AG é de executar uma recuperação das melhores soluções da geração passada, evitando que soluções mais aptas sejam perdidas. Além disso, existe a preocupação de evitar, também, que os operadores de crossover e mutação danifiquem os indivíduos, alterando sua estrutura de forma negativa em relação a resolução do problema (NERY, 2016).

3.3.7 Parâmetro de Inicialização

Como dito por Pacheco (1999), a inicialização do AG tem o seu controle definido a partir de um parâmetro definido antes da execução do mesmo. O autor ainda elenca alguns parâmetros, como podem ser vistos a seguir:

- Tamanho da população - número de indivíduos que compõem a mesma;

- Taxa de mutação - probabilidade de um indivíduo realizar o operador genético de mutação;
- Número de gerações - Número de ciclos do AG, visando encontrar uma melhor solução.

3.3.8 Critério de Parada

De acordo com Nery (2017), o critério de parada para o AG é o momento em que o algoritmo terá sua execução interrompida e retornará o melhor indivíduo encontrado até então. Nery (2017) e Lacerda e Carvalho (1999) elencam algumas condições para se encerrar a execução do algoritmo, como mostradas a seguir:

- A execução de todas as gerações informadas como parâmetros no início do algoritmo;
- O esgotamento do tempo de execução;
- A conquista de um indivíduo com valor de aptidão desejado;
- A conquista de um indivíduo com o melhor valor de aptidão possível (caso conhecido);
- A falha em não obter indivíduos melhores em um certo intervalo de gerações;
- A convergência de uma certa porcentagem da população com o mesmo valor de aptidão.

3.3.9 Esquema de um Algoritmo Genético

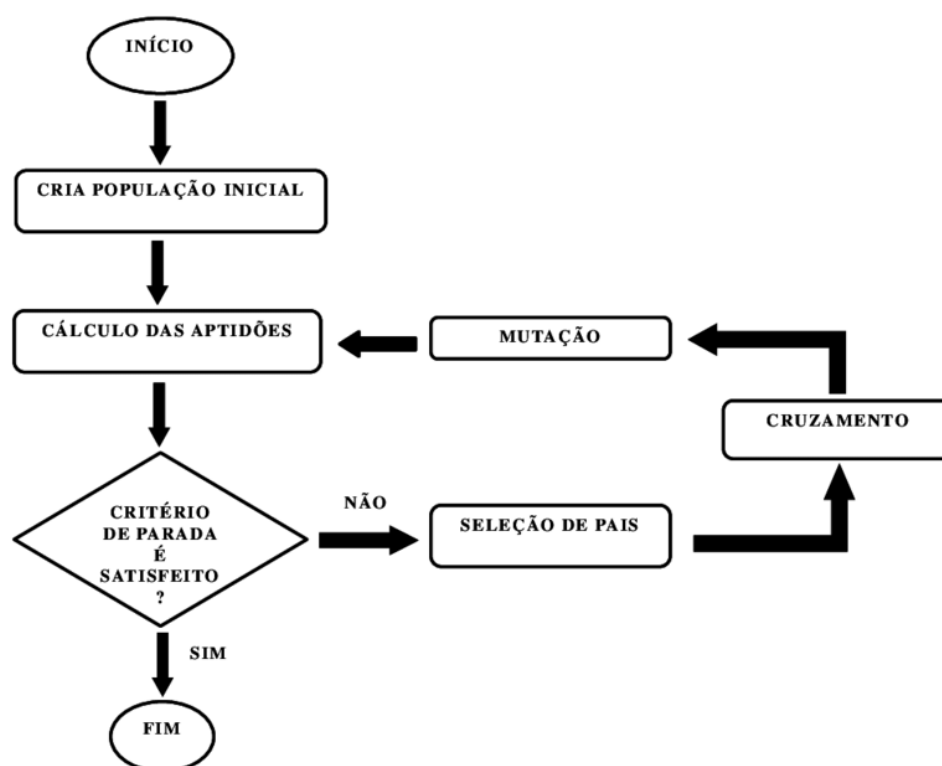
De acordo com Linden (2008), o esquema de um AG, em geral, segue um caminho linear, que pode ser descrito da seguinte forma:

- Criar uma população de indivíduos;
- Avaliar cada indivíduo dentro da população;
- Escolher os pais mais aptos para geração de novos indivíduos;
- Utilizar os operadores genéticos de crossover e mutação nos pais citados anteriormente para a geração de novos indivíduos, assim, gerando uma nova população;
- Eliminar a população antiga;

- Caso a nova população satisfaça o critério de parada, o melhor indivíduo é a solução gerada pelo algoritmo.

A Figura 2, apresenta uma forma visual do que dito no esquema anterior.

Figura 2 - Esquema de sequência do algoritmo genético



Fonte: Cantão et al. (2013)

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados alguns trabalhos realizados por outros autores que utilizaram o AG para resolver o *timetable problem*. São apresentados os problemas a serem resolvidos e quais os resultados de suas iniciativas.

Em Almeida (2015), foi proposta a criação de um algoritmo utilizando a técnica de AG para resolver o problema de escalonamento de horário, que existia em sua instituição, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Segundo a autora, sua instituição elaborava a grade de horários através da tentativa e erro, utilizando-se de uma técnica manual e não automatizada, o que exigia esforço físico de quem a fazia. O trabalho propôs a aplicação de um algoritmo com foco no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) de sua instituição e obteve resultados satisfatórios na construção da grade de horários, que ainda retornou à solução dentro de um menor tempo, quando comparado ao método usual, antes utilizado pela instituição. Já Hamawaki (2005), propôs a criação do AloGra (Alocador de Grade horária), que possibilita gerar a grade de horários, a partir do uso de Algoritmos Genéticos. Os resultados obtidos indicam a validação acerca do tempo de processamento da execução, para eficiente construção da grade de horários requerida.

Wilke et al. (2002) realizaram a criação de uma solução, que utiliza o *hybrid genetic algorithm*. Esse tipo de AG tem um diferencial, dado que utiliza todos os operadores genéticos padrões da técnica e inclui os chamados operadores reparadores. Esse tipo de operador é elaborado e utilizado apenas para o problema ao qual ele foi designado auxiliar. Ou seja, é muito difícil criar um operador reparador para um problema e utilizar-se dele para resolução de outro problema, esperando os mesmos resultados. A proposta de Wilke et al. (2002) foi feita para solucionar um *timetable problem* em uma escola de ensino médio, no estado da Bavária, na Alemanha. Os resultados relacionados ao tempo de processamento, e às correções da maioria das restrições, foram considerados satisfatórios pelos pesquisadores, dado que houve pouca sobreposição de salas na proposta alcançada.

Outro trabalho relacionado a esta pesquisa foi proposto por Preis (2007), que validou a criação de uma *interface web* para geração de grade de horários, utilizando AG. O autor construiu a *interface* utilizando a linguagem de programação Java e utilizou-se da *Unified Modeling Language* (UML) para modelagem da sua proposta. Essa *interface web* foi feita para a Universidade Regional de Blumenau (FURB) e contou com análises de quatro diferentes cursos da instituição. A realização dos testes relatou o alcance de soluções

eficientes, sem colisão de horários. Em contrapartida, sua proposta não se mostrou boa, quando era levada em consideração preferência de horários dos professores por não encontrar soluções com poucas restrições quebradas.

Santos e Barbosa (2016) propuseram uma ferramenta baseada em AG, visando solucionar o *timetable problem* ocorridos nos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) e Licenciatura em Ciência da Computação (LCC) do Campus IV da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Os testes realizados utilizaram tipos de dados reais, referentes ao semestre 2015.1 da Instituição e diferentes configurações de tipos de operadores genéticos. Os resultados alcançados mostraram-se satisfatórios, dado que as soluções encontradas não apresentaram quebra de restrições. Contudo, nem todas as restrições leves foram satisfeitas. De forma geral, os autores consideraram a execução e resultado alcançado como eficaz para os objetivos dos testes realizados. Todavia, a ferramenta também apresenta limitações, tal como a impossibilidade de gerar grade de horários de mais de um curso ao mesmo tempo.

A proposta de Maydana (2011) também elenca uma solução que usa AG, para a geração de grade de horários. O algoritmo, implementado na linguagem de programação Java, foi utilizado para substituir os métodos não automáticos usados pela sua instituição, a Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). O curso considerado para testes e análises foi o de Ciência da Computação e os resultados alcançados foram considerados ótimos, resultando em poucas quebras de restrições. O autor também comparou seu trabalho com trabalhos correlatos, mostrando que o seu convergiu para melhores soluções, quando observado o tempo de processamento.

Levando em consideração todos os trabalhos apresentados neste capítulo, pode-se identificar que as soluções idealizadas e implementadas pelos autores foram diferentes umas das outras. Essa intuição foi também relatada por Hamawaki (2005), quando afirmou que cada instituição e sistema educacional possuem suas próprias regras de ensino, fazendo assim, improvável a existência de um modelo único a ser sempre utilizado.

5 UM ALGORITMO GENÉTICO PARA GERAÇÃO DE GRADE DE HORÁRIOS

Neste capítulo, são apresentadas as etapas da modelagem de um AG para geração automática de grades de horários. O capítulo foi dividido em subtópicos e, em cada um deles, foi abordado como os elementos dos Algoritmos Genéticos foram adaptados para esta problemática. O AG proposto foi projetado para as demandas específicas da UFERSA, em especial, o Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros (CMPF).

5.1 CODIFICAÇÃO DO INDIVÍDUO

Conforme Santos e Barbosa (2016), uma das principais etapas para a modelagem de soluções no tocante aos algoritmos genéticos é a representação da solução. Para fazer isso, é necessário um conhecimento sobre o problema que está sendo resolvido (PACHECO, 1999). Com base nessas ideias, foi feito um levantamento das principais variáveis que influenciam a geração de uma grade de horários. Esse levantamento foi feito através de pesquisas em trabalho relacionados, que se assemelham ao objetivo deste trabalho, como Hamawaki (2005) e Almeida (2015). Também foram consultados coordenadores de cursos para compreender como a grade de horários é montada semestralmente. Através do levantamento realizado, foi possível compreender as principais características que afetam a criação de uma grade de horários, dentre as quais pode-se citar: restrições da instituição, professores, alunos e espaço físico.

Várias restrições das instituições de ensino afetam a geração de grade de horários (HAMAWAKI, 2005; ALMEIDA, 2015; SANTOS; BARBOSA, 2016 e PREIS, 2007). As principais restrições identificadas na UFERSA/CMPF são as seguintes:

- Aulas de uma mesma disciplina e mesma turma, preferencialmente, devem estar no mesmo turno.
- Todas as aulas de uma mesma disciplina e mesma turma, preferencialmente, não devem ser ministradas em um só dia.
- Deve haver uma distância mínima entre as aulas durante a semana. Por exemplo, para aulas na terça-feira é preferível que a próxima seja na quinta-feira.
- Um professor, preferencialmente, deve ter suas aulas alocadas em três dias seguidos na semana, para que nos demais dias possa realizar ações de ensino, pesquisa, extensão e administrativas.

Outras restrições são mais rígidas, tais como:

- Não deve haver choque de horários entre as turmas de um professor. Ou seja, os professores que ministram aulas de um determinado período podem também ministrar aulas de um período diferente. Neste sentido, é necessário evitar choques de horários entre as turmas do professor, visto que é impossível um professor estar em dois lugares simultaneamente.
- Um professor não pode ter suas disciplinas alocadas em três turnos seguidos (manhã, tarde e noite).
- Não deve haver choque de horários entre as turmas de um mesmo período.

Essas e outras restrições são descritas mais detalhadamente na Seção 5.2. Outros fatores foram observados, como a disponibilidade semanal de professores, que é discutida em Almeida (2015). No entanto, para este trabalho, essa restrição não foi considerada por não ser aplicada na UFERSA/CMPF.

Os alunos e os espaços físicos são dois fatores que também influenciam a geração da grade de horários. O espaço físico define os locais das aulas e este recurso deve ser trabalhado adequadamente, visto que algumas disciplinas requerem espaço físico específico, como, por exemplo, os laboratórios de informática (WILKE et al., 2002). Os alunos também precisam ser considerados na geração de horários, como, por exemplo, os discentes formandos. Neste trabalho, as restrições referentes ao aluno e ao espaço físico não foram consideradas; focou-se na codificação do indivíduo do ponto de vista do professor. No entanto, a solução foi organizada, de forma que as restrições de alunos e espaços físicos possam ser desenvolvidas em trabalhos futuros.

Considerando os dados levantados e os trabalhos da literatura, por exemplo, Almeida (2015), o qual este trabalho se baseia, foi possível criar uma codificação para o indivíduo para ser utilizada no algoritmo. O indivíduo é representado como um vetor com um total de S posições, onde P é o total de períodos do curso, como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Representação visual do indivíduo através de um vetor.

Indivíduo				
Período 1	Período 2	...	Período (P-1)	Período P

Fonte: Autoria própria

Cada posição deste vetor representa um período; para cada período existe uma matriz de aulas de DH posições, em que H é o número total de horários disponíveis de aulas em um dia e D é o número total de dias letivos durante a semana. Cada posição da matriz representa um espaço para uma aula, que pode ser preenchida ou não. Através da Equação (1) é possível identificar a posição de uma aula na matriz de aulas, dado um determinado dia e horário. A Tabela 5 mostra a estrutura da matriz de aulas, em que as variáveis *dia* e *horário* indicam o dia e o horário da semana, para acessar uma posição na matriz de aulas, e o valor de D é uma constante que indica o número máximo de dias letivos. A variável *dia* deve ser sempre menor do que D .

$$A_{dia,horario} = horario * D + dia \quad (1)$$

Tabela 5 - Representação visual do período através de um vetor.

	Dia 1	Dia 2	...	Dia (D-1)	Dia D
Horário 1	$A_{0,0}$	$A_{1,0}$	...	$A_{(D-2),0}$	$A_{(D-1),0}$
Horário 2	$A_{0,1}$	$A_{1,1}$	...	$A_{(D-2),1}$	$A_{(D-1),1}$
...	...	...	...	...	...
Horário (H-1)	$A_{0,(H-2)}$	$A_{1,(H-2)}$	...	$A_{(D-2),(H-2)}$	$A_{(D-1),(H-2)}$
Horário H	$A_{0,(H-1)}$	$A_{1,(H-1)}$	...	$A_{(D-2),(H-1)}$	$A_{(D-1),(H-1)}$

Fonte: Autoria própria.

O acesso às posições das aulas é feito através da Equação (1), dado um dia e horário. As linhas são representadas pelos horários e as colunas pelos dias. Cada posição na matriz de aulas representa uma aula, que pode ser vaga ou não. Para as aulas vagas, a posição será representada com um *null object*, como apresentado na Tabela 6. Já para as posições em que

existem aulas, será considerada a mesma estratégia usada no trabalho de Wilke et al., (2002), que elenca informações referentes à disciplina ministrada, dado um determinado horário, a exemplo do nome da disciplina, nome do professor que ministra e a turma. Caso existam várias turmas para a disciplina, será considerado um código identificador (ID), que irá diferenciar as aulas de uma mesma disciplina. As informações da aula estão sendo representadas pela Tabela 7 para uma melhor compreensão.

Tabela 6 - Exemplo de informações necessárias para representar uma aula vaga.

Nome dos campos	Exemplo
Disciplina	<i>null object</i>
Professor	<i>null object</i>
Turma	<i>null object</i>
ID	0

Fonte: Autoria própria

Tabela 7 - Exemplo de informações necessárias para representar uma aula.

Nome dos campos	Exemplo
Disciplina	Relatividade Restrita
Professor	Einstein
Turma	2
ID	0

Fonte: Autoria própria

Para o curso de BTI da UFERSA, foi possível definir algumas variáveis para a modelagem do indivíduo, como o total de semestre. Como informado, o curso de BTI da UFERSA/CMPF é um curso de duração de 3 anos em média, com seis períodos. Neste sentido, o indivíduo será representado por seis períodos. Na Tabela 8 pode ser visto como ficará o vetor indivíduo.

Tabela 8 - Forma estrutural de uma solução para o caso particular do curso de BTI da UFERSA.

Indivíduo					
Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6

Fonte: Autoria própria

Com a estrutura do vetor principal definida, foi possível definir as variáveis *dia* e *horário* para a estruturação da matriz de aulas. Com relação à variável *dia*, o curso tem o período de segunda a sexta como dias letivos; logo, tem-se um total de 5 dias para a variável *dia*. Já para a variável *horário*, a UFERSA define os horários para alocação de aulas. Esses horários são divididos entre os três turnos matutino, vespertino e noturno. Considerando que o curso de BTI tem um quantitativo reduzido de aulas no turno da noite, foi definido que o mesmo não será considerado na representação do indivíduo. A solução foi estruturada de forma que em trabalhos futuros, o turno noturno possa ser adicionado facilmente. Os horários do turno matutino e vespertino são distribuídos pela UFERSA e seguem um padrão previamente definido, o qual pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 - Forma visual de como são divididos e distribuídos os horários durante os dias letivos na UFERSA

Horários	Turno
7:00 até 7:55(Horário 1)	Matutino
7:55 até 8:50(Horário 2)	Matutino
8:50 até 9:45(Horário 3)	Matutino
9:45 até 10:40(Horário 4)	Matutino
10:40 até 11:35(Horário 5)	Matutino
13:00 até 13:55(Horário 6)	Vespertino
13:55 até 14:50(Horário 7)	Vespertino
14:50 até 15:45(Horário 8)	Vespertino
15:45 até 16:40(Horário 9)	Vespertino
16:40 até 17:45(Horário 10)	Vespertino

Fonte: Autoria própria

Como pode ser observado na Tabela 9, a UFERSA tem uma divisão de 10 horários durante os turnos matutino e vespertino. Mas, para simplificação da estrutura pertencente à matriz de aulas, algumas mudanças foram realizadas, as quais consideraram as características de como os horários são gerados na prática. Essa simplificação foi baseada em Fonseca e Santos (2013) que agrupou aulas em intervalos seguidos, por exemplo, representar o horário 2 e horário 3 da Tabela 9 como um horário único. Baseado nessa ideia, foram feitas algumas mesclagens de horários. Essa simplificação foi feita devido a um padrão da UFERSA de sempre colocar dois horários seguidos para representar uma aula. Além disso, por questões de baixa taxa de uso, os horários de 7:00 até 7:55 e 13:00 até 13:55 foram removidos do escopo da solução. Na Tabela 10 pode ser vista uma visualização de como os horários foram definidos.

Tabela 10 - Horários vistos do ponto de vista da UFERSA e da solução proposta.

Horário da UFERSA	Horário da solução proposta
7:00 até 7:55(Horário 1)	Removido do algoritmo
7:55 até 8:50(Horário 2)	Horário 1
8:50 até 9:45(Horário 3)	
9:45 até 10:40(Horário 4)	Horário 2
10:40 até 11:35(Horário 5)	
13:00 até 13:55(Horário 6)	Removido do algoritmo
13:55 até 14:50(Horário 7)	Horário 3
14:50 até 15:45(Horário 8)	
15:45 até 16:40(Horário 9)	Horário 4
16:40 até 17:35(Horário 10)	

Fonte: Autoria própria.

Com base nas definições acima, é possível perceber que o indivíduo criado para representar uma solução para o curso de BTI da UFERSA foi definido com um vetor de 6 posições, em que cada posição representa um período do curso. Ademais cada período tem

uma matriz de aulas associado a ele. Essa matriz contém 20 (vinte) posições conforme a equação HD, em que D representa os dias letivos de aula que são 5 (cinco) e H representa os horários de aula, como definido anteriormente, o valor foi 4 (quatro) horários. Cada posição na matriz de aula representa uma aula como discutido anteriormente, esta denotação pode ser visualmente melhor compreendida com a Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Representação de um indivíduo para o algoritmo proposto.

INDIVÍDUO						
1º Período	2º Período	3º Período	4º Período	5º Período	6º Período	
↓	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	
	07:55 – 09:45	0	1	2	3	4
	09:45 – 11:35	5	6	7	8	9
	13:55 – 15:45	10	11	12	13	14
	15:45 – 17:35	15	16	17	18	19

Fonte: Autoria própria.

5.2 FUNÇÃO DE APTIDÃO

A função de aptidão avalia e determina o quão adaptado um indivíduo está na população (PREIS, 2007). Para definir a função de aptidão é preciso primeiramente decidir se a função irá maximizar ou minimizar o valor de aptidão. Segundo Preis (2007), para problemas em que existem muitas restrições, é aconselhado que a função minimize o valor de aptidão, ou seja, minimize os erros ou restrições quebradas.

No tocante ao problema da grade de horários, pode-se ter níveis diferentes de restrições, por exemplo, as restrições fracas e fortes (ROCHA (2013)). Neste sentido, foi decidido que a função de aptidão iria minimizar seu valor e que existiriam quatro classificações de pesos: fraca, média, forte e impossível, para uma melhor qualificação das restrições como apresentada na Tabela 11.

Segundo Maydana (2011) para que uma solução seja viável é preciso aplicar um peso maior para as restrições ditas inadmissíveis. Por exemplo, quando um professor tem choque de aulas em seu horário, tornando esse cenário impraticável. Com essa estratégia, os indivíduos ditos inadmissíveis devem ser removidos da população o mais breve possível. As qualificações, valores escolhidos e descrições podem ser vistos na Tabela 11.

Tabela 11 - Qualificação das restrições para a proposta.

Qualificação	Valor	Descrição
Fraco	1	Valor atribuído para as restrições estéticas e de menor relevância para geração da grade de horários.
Médio	10	Valor atribuído para as restrições mais relevantes que as fracas, mas que ainda podem ser quebradas sem comprometer a grade de horários.
Forte	100	Valor atribuído para as restrições relevantes para a estrutura da grade de horários, para garantir uma boa distribuição das aulas.
Impossível	1000	Valor atribuído para as restrições que nunca poderão ser aplicadas na prática, casos impossíveis e inadmissíveis.

Fonte: Autoria própria.

Assim como Hamawaki (2005), a avaliação de uma aula foi dada pelo somatório dos pesos das restrições multiplicado pela quantidade das restrições que foram quebradas. Na Equação (2), pode ser visto como a avaliação foi projetada.

$$Aula_{dia,horario} = \sum_{restrição=0}^r (Peso_{restrição} * Quantidade_{restrição}) \quad (2)$$

Através da Equação (2) foi possível calcular a aptidão de uma aula, em que *dia* e *horário* são variáveis usadas para elencar o dia e o horário em que a aula está sendo ministrada. O somatório permite avaliar todas as restrições e o valor de *r* representa o número total de restrições; já o peso é a qualificação em que a restrição foi definida; e, por fim, a quantidade é o número de vezes que essa mesma restrição foi quebrada.

A Equação (2) calcula o total de restrições quebradas de apenas uma aula. Neste sentido, para o cálculo de todas as aulas em um único período, foi necessário usar um somatório, que possibilitasse sumarizar o total de restrições quebradas de todas as aulas do período, conforme mostrado na Equação (3). Em que *P* indica qual o período em que está sendo realizando o cálculo; *dia* e *horário* são os dias e o horário da aula; *DIA* e *HORÁRIO* são a quantidade total de dias e horários que a grade de horário tem e *Aula* é uma chamada da Equação (2).

$$Período_P = \sum_{dia=0}^{(DIA-1)} \sum_{horário=0}^{(HORÁRIO-1)} Aula_{dia,horário} \quad (3)$$

Como o indivíduo é formado por um vetor de períodos, foi necessário realizar o somatório de todos os períodos que formam um indivíduo. A Equação 4 foi usada para calcular a aptidão total de um indivíduo. Essa equação é uma combinação das Equações (2) e (3). Nesta mesma equação o *PERÍODO* é o total de período do indivíduo e *Período* é uma chamada da Equação (3).

$$Aptidão(indivíduo) = \sum_{p=0}^{(PERÍODO-1)} Período_p \quad (4)$$

5.2.1 Restrições para o cálculo da aptidão

As restrições são importantes para gerar uma solução viável e eficiente. Neste trabalho, as restrições foram obtidas pela consulta a coordenadores de curso, que vivenciam esta demanda, e podem ser consultadas na Tabela 12 abaixo:

Tabela 12 - Tabela de restrições

Restrição	Qualificação	Descrição
Choque de professor	Impossível	Ocorre quando um professor leciona em mais de um período e suas aulas chocam em um mesmo horário e dia.
Aulas no mesmo dia	Forte	Ocorre quando duas ou mais aulas de uma mesma disciplina e turma são lecionadas em um mesmo dia (acontece apenas com disciplinas com carga horária superior a 30 horas-aula).
Aulas em turno diferente	Forte	Ocorre quando uma ou mais aulas de uma mesma disciplina e mesma turma são definidas em turnos diferentes (acontece apenas com disciplinas com carga horária superior a 30 horas-aula).
Aulas em um mesmo horário	Médio	Ocorre quando uma aula de uma mesma disciplina e mesma turma são definidas em um mesmo horário durante a semana (acontece apenas com disciplinas com carga horária superior a 30 horas-aula).

Aulas distantes	Forte	Ocorre quando uma aula de uma mesma disciplina e mesma turma são definidas em dias distantes (acontece apenas com disciplinas com carga horária superior a 30 horas-aula).
Ocorrência de janelas	Fraca	Ocorre quando o primeiro horário do dia, na visão do programa, não apresenta aula, mas no segundo horário do dia há aula ou ocorre quando o terceiro horário do dia não apresenta aula, mas no quarto horário do dia há aula.

Fonte: Autoria Própria.

Através da idealização da Equação 4 e do agrupamento das várias restrições reunidas para esse trabalho foi possível calcular o quão bem estruturado e balanceado estava uma grade de horários de um indivíduo.

5.3 SELEÇÃO

A aplicação do operador de seleção é uma etapa em que o AG simula os processos naturais de reprodução e seleção, geralmente, é atribuído probabilidades para os indivíduos de uma população. Os indivíduos mais aptos terão as maiores oportunidades de serem escolhidos para que suas características sejam passadas para as próximas gerações. Já os de aptidão baixa possuem maiores probabilidades de desaparecer (HAMAWAKI, 2005).

Neste trabalho, o operador de seleção baseado em roleta se mostrou eficaz para a escolha de indivíduos aptos por valorizar os indivíduos com melhor valor de aptidão, mas sem excluir a possibilidade de outros indivíduos serem escolhidos. A seleção baseada em roleta insere indivíduos em uma roleta imaginária e cada indivíduo vai ocupar um setor com o tamanho de acordo com o seu valor de aptidão, ou seja, quanto maior o valor de aptidão, maior será a área ocupada e assim maiores as chances de ser selecionado para o próximo operador. No entanto, esse operador valoriza os indivíduos que possuem a aptidão mais alta na população e no trabalho foi escolhida uma função que minimize este valor, tal que, quanto menor o valor de aptidão, mais apto o indivíduo apresenta-se. Neste sentido, algumas mudanças foram realizadas no valor de aptidão ao aplicar o operador de seleção.

Para que o operador de seleção através de roleta funcionasse como deveria, os valores de aptidão foram convertidos. A conversão foi realizada usando a função definida por Preis (2007). Esta função valoriza os indivíduos com menor valor de aptidão, considerando que os

indivíduos de menor valor de aptidão são os mais adaptados. A Equação B mostra a equação usada pelo autor citado anteriormente.

$$SeleçãoScore(indivíduo) = \frac{1}{1+Aptidão(indivíduo)}(5)$$

Através da Equação (5) foi possível valorizar os indivíduos com menor valor de aptidão para que eles tenham as maiores oportunidades de serem escolhidos no operador de seleção. Na Equação (5) existe uma chamada à Equação (4), definida anteriormente. A *SeleçãoScore* é uma função usada para realizar a conversão e seu valor sempre é um número no intervalo (0, 1] ($0 < SeleçãoScore \leq 1$).

Para o cálculo da probabilidade de cada indivíduo na seleção foi usado o cálculo de probabilidade estatístico. Essa equação é dada pela Equação (6), a seguir. Nesse caso, o *indivíduo* é aquele para o qual o valor está sendo calculado, *INDIVÍDUO* é o número total de indivíduos na população e *SeleçãoScore* é a chamada da Equação (5).

$$Probabilidade(indivíduo) = \frac{SeleçãoScore(indivíduo)}{\sum_{i=0}^{(INDIVÍDUO-1)} SeleçãoScore(indivíduo)}(6)$$

5.3.1 Exemplo da aplicação do operador de seleção

Para melhor visualizar o que foi discutido, um exemplo será utilizado. Na Tabela 13, pode ser vista uma população com indivíduos e seus respectivos valores de aptidão. Pode-se dizer que o indivíduo 1 é a solução com melhor valor de aptidão, tal que, os menores valores de aptidão são os mais aptos e deve ter as maiores oportunidades de serem selecionados no processo de seleção.

Tabela 13 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 1)

População e seus respectivos valores de aptidão			
Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4
3	7	12	15

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 14 pode ser vista a população da Tabela 13, mas desta vez, com o cálculo do seu *SeleçãoScore* já realizado, usando a Equação B.

Tabela 14 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 2)

População e seus respectivos valores de SeleçãoScore			
Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4
0,25	0,125	0,077	0,062

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 15 é apresentada a probabilidade de cada indivíduo ter sido selecionado utilizando a Equação C. No Gráfico 1, pode ser vista a porcentagem de cada indivíduo ao aplicar a seleção por roleta.

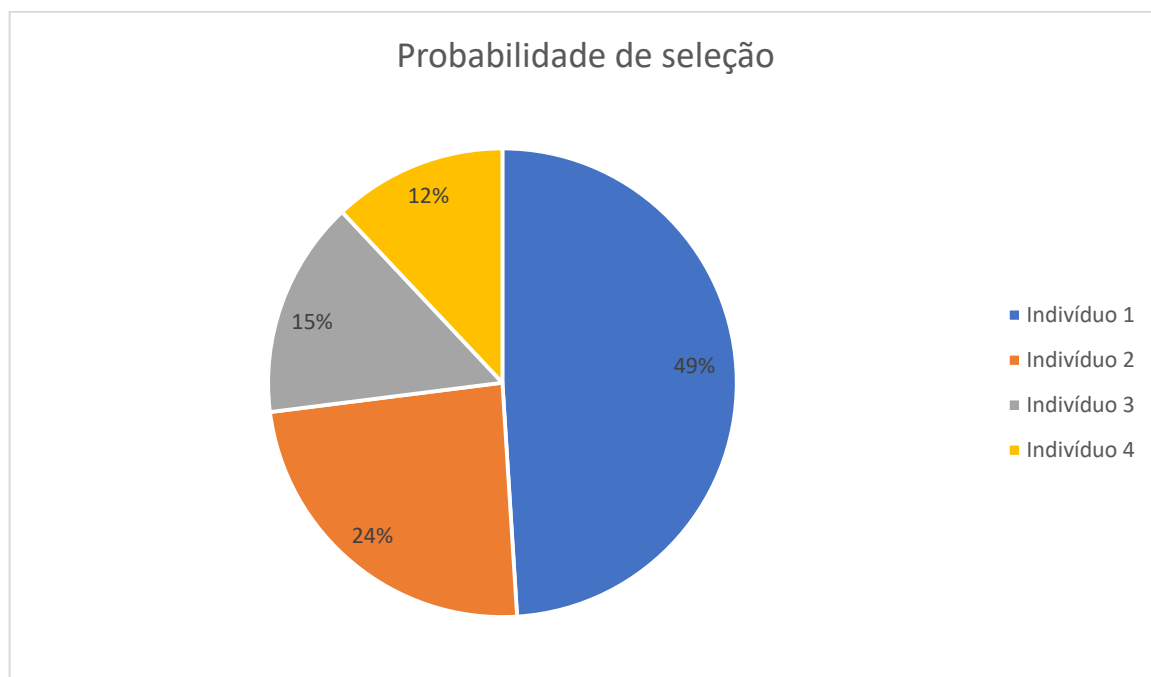
Tabela 15 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 3)

População e suas respectivas probabilidades			
indivíduo 1	indivíduo 2	indivíduo 3	indivíduo 4
0,49	0,24	0,15	0,12

Fonte: Autoria própria.

A operação de seleção permitiu a seleção dos melhores indivíduos na população. Após esta etapa é possível aplicar o próximo operador genético.

Gráfico 1 - Exemplo do uso da Seleção no algoritmo proposto (Parte 4)



Fonte: Autoria própria.

5.4 CROSSOVER

O *crossover* denota a junção de partes dos indivíduos para formar novos indivíduos (SANTOS E BARBOSA, 2016). No entanto, deve-se ter cuidado em algumas situações com o operador de *crossover* porque ele pode gerar soluções inválidas (ÜÇOLUK, 2002).

Neste trabalho, o operador de *crossover* foi escolhido de forma a não causar a invalidez de seus descendentes, ou seja, após a operação de *crossover*, os filhos deveriam ser soluções válidas e que não infringissem nenhuma regra estrutural do indivíduo.

Para exemplificar o operador de *crossover*, pode-se elencar seu uso frequente, o problema do caixeiro viajante. Neste problema, um caixeiro deve fazer a menor rota entre uma quantidade pré-estabelecida de cidades sem passar pela mesma cidade mais de uma vez. Este problema pode ser estendido para os Algoritmos Genéticos. No problema do caixeiro viajante, a codificação do indivíduo é um vetor de n posições, em que n é o total de cidades em que o viajante vai passar e em cada posição é colocada uma cidade. O viajante passará pela cidade na posição 0 primeiro, depois na 1 até a posição $n-1$. Não pode haver cidades repetidas no vetor (ÜÇOLUK, 2002).

Na aplicação de algumas operações de *crossover*, há uma probabilidade de se criar trajetos inválidos, como a repetição de cidades no vetor resultante da operação. Para contornar essa dificuldade pode ser usado outro operador chamado de *Position-Based Crossover* (PBC) (SYSWERDA, 1991). Esse operador garante que nenhuma informação seja perdida no indivíduo filho (ÜÇOLUK, 2002).

No PBC são selecionados dois pais através do operador de seleção para participar do *crossover*. Também é criada uma máscara, que irá auxiliar na criação do descendente. A máscara é um vetor de n posições, a mesma quantidade de posições dos vetores pais, preenchida com 0's e 1's. Com o auxílio da máscara, o vetor do filho é primeiro preenchido com as características do primeiro pai, conforme a posição na máscara de valores iguais a um 1. Para introduzir as características do segundo pai, são reunidas características que não foram utilizadas no primeiro. Essas características são ordenadas conforme a sequência em que elas aparecem no segundo pai; por fim, essas características são introduzidas no filho conforme as posições em que na máscara tem valor 0 (FILITTO, 2008). Para uma melhor compreensão é apresentado um exemplo do *Position-Based Crossover* (Tabelas 16, 17, 18 e 19).

Na Tabela 16 é apresentada a definição do primeiro pai; ele tem 4 posições e em cada posição existe um caractere diferente.

Tabela 16 - Exemplo de *Position-Based Crossover* (Parte 1)

Pai 1			
A	B	C	D

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 17 é apresentada a definição do segundo pai; ele tem 4 posições e em cada posição existe um caractere diferente.

Tabela 17 - Exemplo de *Position-Based Crossover* (Parte 2)

Pai 2			
C	A	D	B

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 18 é apresentada a definição da máscara; ela tem 4 posições e em cada posição existe o valor 1 ou 0.

Tabela 18 - Exemplo de *Position-Based Crossover* (Parte 3)

Máscara			
1	0	1	0

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 19 é apresentando o indivíduo filho gerado a partir dos pais especificados nas Tabelas 17 e 18, com o uso da máscara especificada na Tabela 19.

Tabela 19 - Exemplo de *Position-Based Crossover* (Parte 4)

Filho			
A	D	C	B

Fonte: Autoria própria.

Através do *Position-Based Crossover* foi possível gerar descendentes sem causar a perda de dados. No entanto, como a codificação de indivíduo deste trabalho é um vetor de semestres, em que a informação em cada posição do vetor é outro vetor de aulas, algumas adaptações tiveram de ser feitas.

A operação de *crossover* utilizada neste trabalho considerou os indivíduos na totalidade e não o *crossover* apenas dos 6 períodos, do curso de BTI. Para realizar essa operação foram selecionados 2 pais: o *crossover* realizado no período 1 do primeiro pai e no período 1 do segundo. Esta operação gerou o período 1 do filho; em seguida foi realizado o *crossover* do segundo e terceiro períodos, e assim sucessivamente, seguindo a mesma metodologia.

5.5 MUTAÇÃO

A mutação é uma etapa na criação de uma nova geração de indivíduos que busca permitir a diversidade na população. Esse operador troca um valor no indivíduo para um valor aleatório. Ademais, essa etapa tem uma probabilidade baixa de ser realizada (PACHECO, 1999).

Neste trabalho, a mutação foi implementada para trocar duas aulas de lugar, essas aulas são pertencentes ao mesmo período, essa troca é feita para apenas um dos períodos selecionados aleatoriamente durante a execução.

Essa troca pode ou não favorecer a busca por uma solução viável. Para determinar a probabilidade de a mutação acontecer, é selecionado aleatoriamente um número entre 0 (zero) e 1 (um) para determinar a probabilidade de mutação. Linden (2008) recomenda que a probabilidade de mutação seja baixa, buscando evitar que por uma solução para o problema seja aleatória.

Com a adição dessa etapa no algoritmo foi possível ter uma maior variedade nas soluções, impedindo que os indivíduos fiquem presos em uma solução e garantindo uma maior eficiência na busca.

5.6 ELITISMO

Segundo Maydana (2011), algumas soluções promissoras dentro de uma população têm grandes probabilidades de não serem garantidas através do operador genético de seleção, *crossover* e mutação. Para que isso não aconteça é recomendado a aplicação de uma operação de elitismo.

A operação elitismo é uma etapa dentro do AG que garante que indivíduos com um baixo valor na função de aptidão não sejam eliminados no processo de transição de gerações (NERY, 2017). Isso possibilita que uma boa solução ao passar por gerações não seja eliminada.

Neste trabalho, as soluções mais capacitadas foram transferidas para uma nova geração sem que elas se percam na transição de gerações. Para isso, foi definida uma probabilidade, que informa qual porcentagem da população com maior aptidão será garantida na próxima geração. A utilização deste operador permitiu garantir que soluções promissoras não sejam perdidas e que sempre prevaleça a eficiência da busca por indivíduos mais capacitados.

5.7 CRITÉRIO DE PARADA

Como dito por Nery (2017), o critério de parada informará o momento em que a execução será finalizada e retornará a melhor solução encontrada até então. Para a proposta deste trabalho, dois critérios de parada foram utilizados para encerrar a execução, que são: o

número de máximo gerações atingidas durante a execução; e o indivíduo encontrado com valor de aptidão igual a 0 (zero).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados. O capítulo foi dividido em duas seções. A Seção 6.1 apresenta o hardware e software utilizados; e a Seção 6.2 apresenta a execução dos testes e a análise dos resultados.

6.1 HARDWARE E SOFTWARE UTILIZADOS

Nesta seção são discutidos o hardware e o software utilizados. O hardware possibilita a execução do algoritmo apresentado na Seção 5. Por sua vez, o software representa a linguagem de programação escolhida para implementar o algoritmo da Seção 5 e também informa quais bibliotecas foram utilizadas para suportar a implementação.

Todos os testes foram realizados utilizando os mesmos hardwares, os quais podem ser vistos na Tabela 20, cuja primeira coluna informa o tipo de hardware e a segunda informa o hardware utilizado.

Tabela 20 - Hardware utilizados no processo de testes

Tipo de <i>hardware</i>	<i>Hardware utilizado</i>
CPU	<i>AMD FX(tm)-4300 Quad-Core Processor</i>
Placa-mãe	<i>Gigabyte GA-78LMT-S2</i>
Memória principal	8 GB
Disco-rígido (HD)	<i>WD Blue 1TB (2012)</i>
GPU	<i>AMD RX 580 4GB</i>

Fonte: Autoria própria.

A linguagem de programação escolhida para implementar o algoritmo foi o Python, na versão 3.9. A escolha por essa linguagem se deu pela facilidade de manipulação de dados e a facilidade no uso de listas, tuplas e dicionários. Além disso, a linguagem é dinamicamente tipada e oferece diversas bibliotecas para auxiliar a reprodução do algoritmo.

As listas em Python são formas de armazenar dados em sequência e funcionam como vetores, como em outras linguagens de programação. O diferencial das listas em Python é a

possibilidade de armazenar em uma mesma lista, múltiplos tipos de dados; por exemplo, em uma única lista é possível armazenar dados inteiros, pontos flutuantes, strings e afins. Além disso, as listas são dinâmicas, ou seja, seu tamanho pode variar conforme a inserção e exclusão de dados e o acesso a um dado é facilitado, sendo feito através da posição do dado na lista (Borges, 2009).

Os dicionários em Python são estruturas de dados que armazenam informações no estilo *key:value* (chave-valor); funcionam como vetores associativos como nas demais linguagens de programação. Diferente das listas, os dicionários possuem seu valor acessado através de *keys* (chaves) (Borges, 2009).

Os vetores e matrizes, discutidos na Seção 5, foram implementados usando listas do Python; as aulas, que continham informação de professores, disciplina e turma, foram representadas por dicionários.

Além dos elementos essenciais da linguagem Python, comuns a qualquer programa, foram necessárias bibliotecas externas para o desenvolvimento da solução. Bibliotecas são conjuntos de módulos feitos por outros usuários com a finalidade de evitar a implementação de soluções comuns a diferentes programas e também simplificar etapas na programação (Borges, 2009). Para este trabalho foram usadas as bibliotecas Numpy 1.20.1, Matplotlib 3.3.4 e Openpyxl 3.0.7.

A biblioteca Numpy foi utilizada para criar vetores com tamanho bem definidos, como, por exemplo, a criação das matrizes de aulas (que tinha 20 espaços de tamanho). Outra função utilizada do Numpy foi o uso de seu módulo *random* para a geração de números aleatórios, utilizados em todo escopo deste trabalho.

As bibliotecas Matplotlib e Openpyxl foram utilizadas para representar resultados do trabalho através de gráficos e tabelas. A biblioteca Matplotlib permitiu criar gráficos (por exemplo, para apresentar a média e o menor valor da aptidão ao longo das gerações). O Openpyxl foi utilizado para criar as tabelas dos resultados obtidos ao fim da execução do algoritmo.

Os softwares utilizados para implementar o algoritmo e apresentar os resultados são listados na Tabela 21; a primeira coluna apresenta o nome do software e a segunda coluna apresenta uma breve descrição do uso deste no trabalho.

Tabela 21 - Softwares utilizados no processo de testes.

<i>Software</i>	Descrição
Visual Studio Code / PyCharm	Ambos usados para a escrita do algoritmo
Excel 2019	Utilizado para apresentar de forma visualmente agradável os resultados em uma tabela customizada.

Fonte: Autoria própria.

6.2 TESTES E ANÁLISES DOS RESULTADOS

Nesta seção, são discutidos os testes e a análise dos resultados, elencando os parâmetros para executar a validação algoritmo proposto. Dentre os parâmetros de execução, são elencados os seguintes: tamanho da população, quantidade de gerações, taxa de elitismo (porcentagem dos indivíduos mais aptos da população corrente que irá migrar para a nova população) e a taxa de mutação.

Para validar o algoritmo proposto, foram realizados 10 (dez) testes experimentais, estendendo a proposta de Maydana (2011). A motivação para as 10 execuções se dá pela necessidade de realizar observações distintas, as quais são geradas de forma particular em cada execução, apresentando os diferentes resultados e permitindo a validação da própria natureza de aleatoriedade dos Algoritmos Genéticos. Ao finalizar a execução, o software apresenta uma grade de horários no formato de planilha de texto e um gráfico do valor de aptidão ao longo das gerações. Após os testes são discutidas hipóteses sobre os resultados positivos e negativos.

Os parâmetros definidos para a execução do algoritmo foram obtidos através do método hipotético-dedutivo, assim, definindo a melhor combinação encontrada para gerar os melhores resultados possíveis. Os parâmetros podem ser encontrados na Tabela 22, em que a primeira coluna apresenta os nomes dos parâmetros e a segunda coluna apresenta o valor associado.

Os resultados das dez execuções do algoritmo podem ser vistos na Tabela 23. A primeira coluna representa o identificador do teste; a segunda coluna representa a geração em que o teste foi interrompido; neste caso, o algoritmo finaliza quando é chegado ao número de gerações estabelecido ou quando é encontrado um indivíduo com valor de aptidão igual a 0; a

terceira coluna apresenta o indivíduo com o menor valor de aptidão ao fim da execução; por fim, a quarta coluna apresenta o tempo de execução do código em minutos.

Tabela 22 - Parâmetros utilizados para realização dos testes

Parâmetros	Valor
Tamanho da população	100
Quantidade de gerações	2000
Taxa de elitismo	10%
Taxa de mutação	10%

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 23 - Resultados obtidos dos testes

	Geração final	Melhor valor de aptidão	Tempo de execução(min)
Teste 1	905	0	7
Teste 2	2000	1	15
Teste 3	776	0	6
Teste 4	564	0	4
Teste 5	887	0	7
Teste 6	1568	0	12
Teste 7	939	0	7
Teste 8	2000	1	15
Teste 9	1019	0	8
Teste 10	2000	200	15

Fonte: Autoria Própria.

Conforme mostrado na Tabela 23, é possível perceber que o algoritmo apresenta resultados satisfatórios. A maioria dos testes foram finalizados através da busca bem sucedida de soluções perfeitas para o problema, indicando que a busca por soluções viáveis é eficiente. Na Tabela 24, pode ser vista a porcentagem de testes que interromperam a execução por critério de parada, em que a primeira coluna informa os critérios de parada para o algoritmo e

a segunda coluna informa qual a porcentagem dos testes que finalizaram segundo cada critério informado.

Tabela 24 - Porcentagem do teste a respeito da forma de interrupção da execução

Critério de parada	Porcentagem dos testes (%)
Atingiu o limite de gerações	30
Obteve um indivíduo com valor de aptidão igual 0	70

Fonte: Autoria Própria.

Como pode ser deduzido da Tabela 24, o critério de parada predominante nos testes foi a obtenção de indivíduo com o valor de aptidão igual a zero.

Outro resultado que pode ser extraído da Tabela 23 é a quantidade de restrições remanescentes ao fim da execução dos testes. A maior parte dos testes obtiveram pelo menos um indivíduo com valor de aptidão igual a 0, mas outros apresentaram indivíduos que quebraram algumas restrições, as quais foram mostradas na Tabela 25.

A Tabela 25 apresenta quais tipos de restrições foram quebradas e quantas vezes elas foram quebradas ao final de cada execução pelo melhor indivíduo em cada teste; na tabela as linhas representam cada teste e as colunas informam as qualificações das restrições.

Tabela 25 - Qualificações e quantidade das restrições quebradas pelo indivíduo de menor valor de aptidão remanescentes após o fim da execução dos testes.

	Fraca	Média	Forte	Impossível
Teste 1	0	0	0	0
Teste 2	1	0	0	0
Teste 3	0	0	0	0
Teste 4	0	0	0	0
Teste 5	0	0	0	0
Teste 6	0	0	0	0
Teste 7	0	0	0	0
Teste 8	1	0	0	0

Teste 9	0	0	0	0
Teste 10	0	0	2	0

Fonte: Autoria própria.

Conforme a Tabela 25, nenhum dos testes apresentou restrições qualificadas como *impossível*. Também pode ser percebido que 9 dos 10 testes, ou apresentaram nenhuma restrição quebrada, ou a restrição quebrada foi qualificada como *fraca*. Apenas um teste obteve duas restrições qualificadas como *forte* quebradas.

A Tabela 26 mostra quais restrições e quantas vezes foram quebradas pelos testes 2 (dois), 8 (oito) e 10 (dez). A primeira coluna da Tabela 26 apresenta os testes e as demais colunas apresentam as restrições quebradas. Na mesma tabela foram omitidas as colunas referentes às demais restrições, já que não houve quebra de suas restrições.

Tabela 26 - Quais e a quantidade de restrições quebradas pelos testes que não obtiveram indivíduo de valor de aptidão igual a 0 (zero).

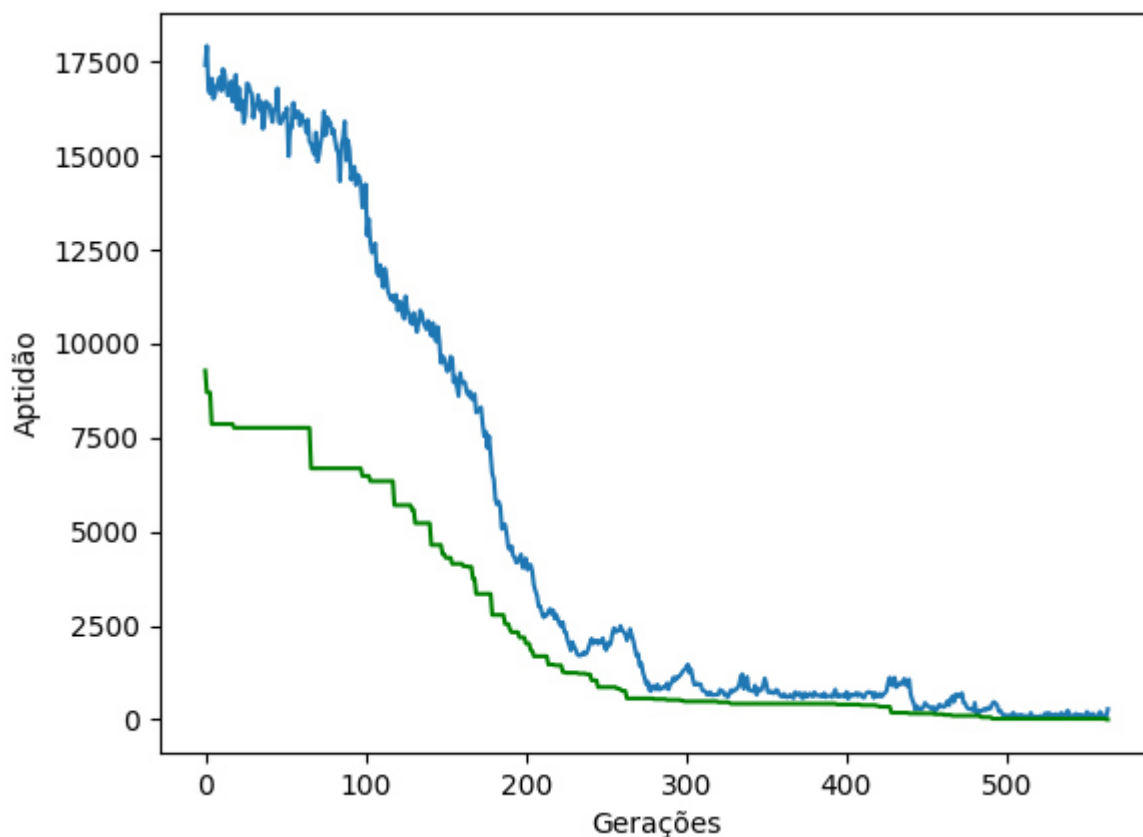
	Ocorrência de janelas	Aulas em turno diferente
Teste 2	1	0
Teste 8	1	0
Teste 10	0	2

Fonte: Autoria própria.

O possível motivo para que os Testes 2, 8 e 10 não terem tido êxito em obter um valor de aptidão igual a zero, mesmo com 2.000 (duas mil) gerações, se dá pelo fato de que, de acordo com Chaves (2009), as soluções podem ter ficado presas em uma área chamada ótimo local. Por outro lado, as soluções que obtiveram valor de aptidão 0, também de acordo com Chaves (2009), podem ter chegado a uma área chamada ótimo global.

Dentre todos os testes realizados e apresentados na Tabela 23, o Teste 4 obteve um destaque especial por encontrar uma solução em poucas gerações, comparado aos outros Testes. No Gráfico 2 é apresentado o resultado do valor obtido no cálculo da função de aptidão, observado no Teste 4 ao longo das gerações, em que a linha azul representa a média do valor de aptidão de todos os indivíduos da população e a linha verde apresenta o valor de aptidão do melhor indivíduo da geração.

Gráfico 2 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 4



Fonte: Autoria própria.

Conforme o Gráfico 2, pode-se notar um comportamento diferente ao decorrer das gerações. Nas gerações iniciais (1-250) é possível ver que o decrescimento do valor de aptidão, tanto o médio quanto o do menor indivíduo, decrescendo de forma exponencial. Já para as gerações finais (251-564) o decrescimento é bem lento comparado às gerações iniciais.

Esse aspecto é explicado por nas gerações iniciais ser mais fácil encontrar soluções melhores, já que a quantidade de restrições quebradas é grande e as chances de reparar pelo menos uma é considerável. Para as gerações finais, restam poucas restrições para serem reparadas, logo, é mais difícil repará-las já que está localizada em uma posição específica dentro do indivíduo, causando assim uma dificuldade em obter uma solução com aptidão menor do que aquelas da geração corrente.

As grades geradas pelo teste 4 podem ser encontradas nas figuras abaixo, Figura (4-9), as grades de horários são geradas de forma automática pelo algoritmo. Para os outros testes realizados neste trabalho, gráficos e grades de horários gerada pelos mesmos podem ser encontradas no apêndice.

Figura 4 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 4

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2
13:55 - 15:45	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 5 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 4

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 4

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
9:45 - 11:35	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 7 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 4

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyne de Oliveira Cabral Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 8 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 4

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 9 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 4

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou essa pesquisa constatou-se que a UFERSA, campus Pau dos Ferros, possui uma grande dificuldade na forma em que a mesma gera suas grades de horário, por usar métodos não automatizados para a geração deste artefato. Com isso, foi necessário realizar um estudo sobre *timetable problem* para identificar do que se constitui esta dificuldade e buscar quais métodos são usados para lidar com problemas envolvendo otimização combinatória. Assim, o uso do método meta-heurístico, algoritmos genéticos, foi a solução usada neste trabalho por mais recomendada por apresentar bons resultados nesta área de estudo e por sua simplicidade.

Diante disso, a pesquisa teve como objetivo geral implementar um algoritmo, com uso de AG. De acordo com os resultados apresentados no Capítulo 6, pode-se dizer que o objeto deste trabalho foi atendido, já que as gerações de grades de horários, na maioria dos testes, apresentaram resultados satisfatórios.

7.1 LIMITAÇÕES

A metodologia utilizada para essa pesquisa foi através de busca bibliográfica para um melhor aprofundamento no assunto, foi também utilizado o método hipotético-dedutivo, para verificar quais os parâmetros para inicialização do algoritmo proposto eram os melhores e quais operadores genéticos traziam melhores resultados; os dados obtidos ao fim dos testes foram tratados como quali-quantitativos.

Diante da metodologia proposta, algumas limitações foram observadas durante e ao fim do desenvolvimento deste trabalho, por exemplo, a falta de uso de operadores reparadores como usado no trabalho de Wilke et al. (2002) que servem para dar um auxílio melhor no momento de execução do AG para garantir uma busca mais rápida por soluções viáveis.

Outro aspecto que limitou o trabalho foi sobre a busca por restrições para geração de grade de horários envolvendo a UFERSA e o curso BTI, que poderiam ter sido feitas com mais profundidade e incluído restrições sobre as disciplinas eletivas.

Também pode ser mencionado, que o tempo de execução é longo e poderia ser minimizado com uma manipulação dentro do algoritmo para assim melhorar a busca e consequentemente o tempo de execução.

7.2 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalho futuros, pretende-se minimizar os problemas mencionados nas limitações notadas e apresentadas na Seção 7.1, incluir os demais cursos pertencentes a UFERSA no escopo deste trabalho, incluir também as salas de aulas como uma nova variável para ser ministrada no algoritmo e realizar uma remodelação do indivíduo para que o mesmo abranja todo o horário de aulas que a UFERSA disponibiliza, incluindo o turno noturno.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. W. de S. Utilização de algoritmos genéticos para montagem de horários acadêmicos com foco na blocagem de horários. 2015. 157f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó. 2015.

AZIZ, N. L. A.; AIZAM, N. A. H. A brief review on the features of university course timetabling problem, 2018.

Blum, C. e Roli, A. Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison. *ACM Computing Surveys*, v. 35, n. 3, p. 268–308, 2003.

BORGES, L. E. Python Para Desenvolvedores, 2009.

CANTÃO, L. A. P.; CUNHA, C. B.; NRIA, S. S. N.; ARTERO, A. Roteamento de Veículos Utilizando Otimização por Colônia de Formigas e Algoritmo Genético, 2013.

CARVALHO, R. Abordagem Heurística para o Problema de Programação de Horários de Cursos. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

CHAVES, A. A. Meta-heurística híbrida com busca por agrupamentos aplicada a problemas de otimização combinatória. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009.

CHAVES, A. A. Modelagens Exatas e Heurística para Resolução do Problema do Caixeiro Viajante com coleta de Prêmios. (MONOGRAFIA), 2003.

COELHO, A. M. Uma abordagem via algoritmos matemáticos para a solução do problema de horário escolar. (DISSERTAÇÃO). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2006.

CRUZ, R. F.; JÚNIOR, G. P. dos S.; FONTES, L. B.; SANTOS, M. dos A.; SILVA, B. L. C. Geração automática de horário escolar com algoritmo genético. Revista Eixo, Brasília-DF, v. 8, n. 2, p. 230-241, jul./dez., 2019.

CUNHA, H. G. V. O. Algoritmo Genético e Algoritmo de Vaga-lumes aplicados ao Problema do Caixeiro Viajante, 2019.

DARWIN, C. R. On The Origin of Species. Londres: John Murray, 1859.

FILITTO, D. Algoritmos genéticos: uma visão explanatória, Saber Acadêmico - v. 06, p. 136-143, 2008.

FEO, T. A.; RESENDE, M. G. C. Greedy randomized adaptive search procedures. Journal of Global Optimization, v. 6, p. 109~133, 1995.

FONSECA, G. H. G.; SANTOS, H. G. Memetic Algorithms to the High School Timetabling Problem, 2013.

GASPARETTO, D.; RODRIGUES, L. P. S.; ARAUJO, D. M.; PEIXOTO, C. R. A.; SPFFIATTI, N. F. L.; VEIGA, N. Algoritmo Genético Aplicado à Análise de Fatores de Risco Associados à Incidência da Malária, no Município de Augusto Corrêa – Pará, Brasil, em 2005. Artigos Curtos: Trilha de Computação aplicada à Saúde. Computer on the Beach. p. 137-141, 2010.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 4, 2002.

GLOVER, F. Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. Computers and Operations Research, v. 5, p. 553~549, 1986.

GOLDBERG, D. E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Addison-. Wesley, 1989.

HAMAWAKI, C. D. L. Geração Automática De Grade Horária Usando Algoritmos Genéticos: O Caso Da Faculdade De Engenharia Elétrica Da UFU, Uberlândia, FEELT – UFU, 2005.

KIRKPATRICK, S.; GELLAT, D. C.; VECCHI, M. P. Optimization by simulated annealing. Science, v. 220, n. 4598, p. 671~680, 1983.

LACERDA, E G M; CARVALHO, A. C. P. de L. F. Introdução aos algoritmos genéticos. Anais. Rio de Janeiro: EntreLugar, 1999.

LINDEN, R. Algoritmos genéticos. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

MAYDANA, G. S. Geração Automática De Quadros De Horários Para O Curso De Ciência Da Computação Da UNIPAMPA, 2011.

MONTEIRO, D. C. Planejamento e rastreamento de trajetórias e controle de posição através de algoritmos genéticos e redes neurais artificiais. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas, SP, 2003.

NERY, S. W. L. Análise De Operadores De Cruzamento Genético Aplicados Ao Problema Do Caixeiro Viajante, 2017.

NUNES, R.; GUIMARÃES, N. C.; CARVALHO, C. L. Planejamento de Grade de Horário em uma Universidade Brasileira usando Algoritmos Genéticos, 2013.

OLIVEIRA G. A., XEXÉO J. A. M. A Aplicação De Algoritmos Genéticos No Reconhecimento De Padrões Criptográficos, 2011.

PACHECO, M. A. C. Algoritmo Genético: Princípios e Aplicações. ICA: Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada. Rio de Janeiro – RJ, 1999.

POPPER, K. S. Conhecimento Objetivo: Uma Abordagem Evolucionária. São Paulo: Livraria Itatiaia: EDUSP, 1975.

PREIS, T. A. Protótipo Gerador de Grades Horárias para Instituição de Ensino. TCC (Graduação em Ciência da Computação) - FURB, Blumenau, novembro de 2007.

ROCHA, W. S. Algoritmo GRASP para o Problema de Tabela-horário de Universidades. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória-ES, 2013.

SANTOS, J. L. de L.; BARBOSA, Y. de A. M. Uma Ferramenta Para Geração De Grades Horárias Utilizando Algoritmos Genéticos, - Centro de Ciências Aplicadas e Educação Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Rio Tinto, PB – Brasil, 2016.

SYSWERDA, G. Schedule Optimization Using Genetic Algorithms, Handbook of Genetic Algorithms, p. 332-349, 1991.

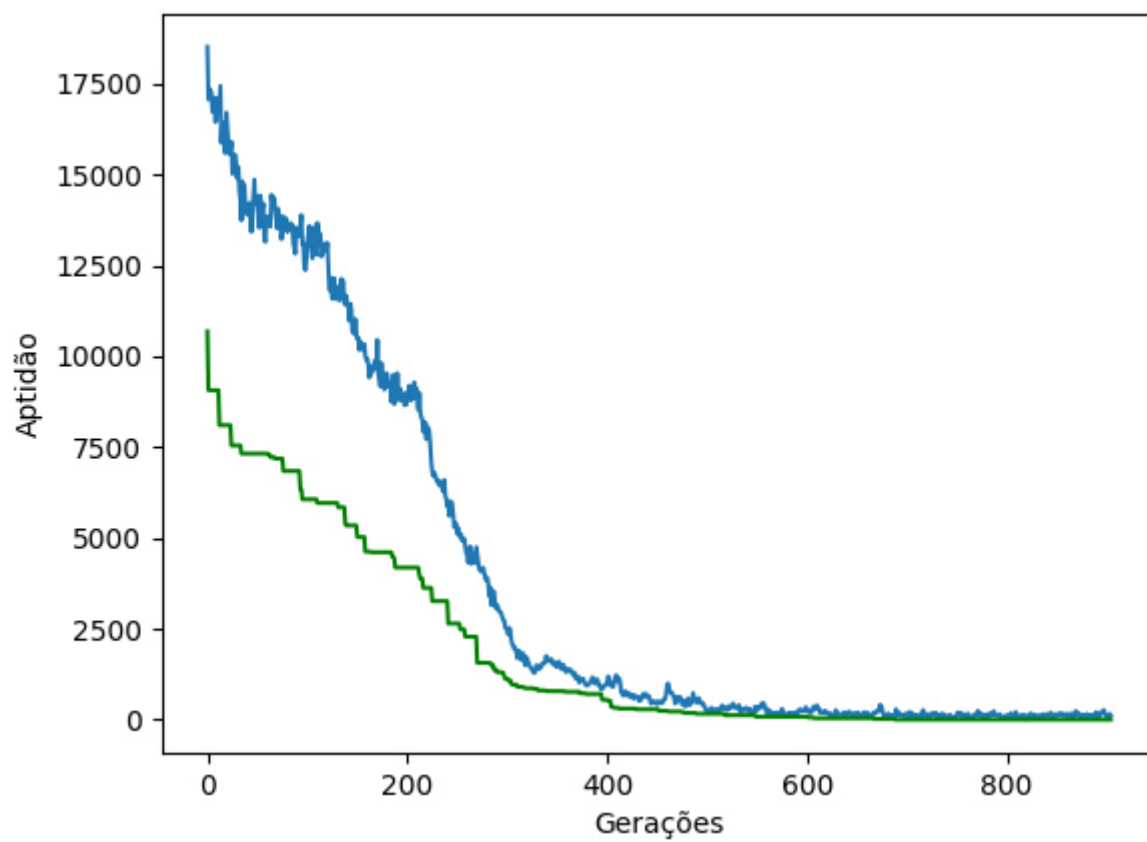
TORTELLA F.L., TOLEDO C.M.T., ABBADE M.L.F., Aplicação de Algoritmo Genético para Determinação de Chaves Usadas em Criptografia Óptica Mediante Fatiamiento Espectral, 2016.

ÜÇOLUK, G.; Genetic Algorithm Solution of The Tsp Avoiding Special Crossover and Mutation. Intelligent Automation & Soft Computing, 2002.

WILKE P., GRÖBNER M., OSTER N. A Hybrid Genetic Algorithm for School Timetabling. Springer, Berlin, Heidelberg, 2002.

APÊNDICE A – Resultados do Teste 1

Gráfico 3 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 10 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 1

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 11 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 1

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2
9:45 - 11:35	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 12 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 1

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 13 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 1

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyenne de Oliveira Cabral Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 14 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 1

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

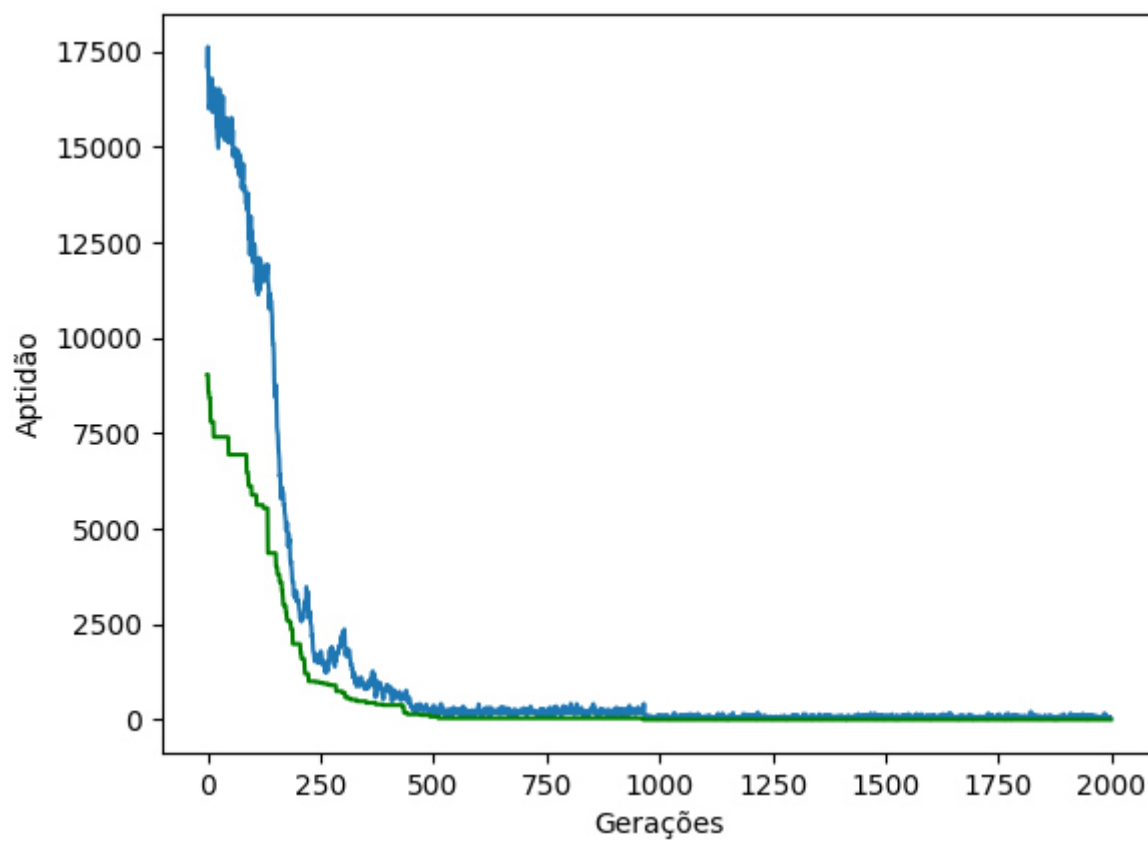
Figura 15 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 1

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – Resultados do Teste 2

Gráfico 4 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 16 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 2

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Sem Aula
13:55 - 15:45	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 17 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 2

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2
9:45 - 11:35	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 18 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 2

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Sem Aula
9:45 - 11:35	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 19 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 2

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyne de Oliveira Cabral Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 20 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 2

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

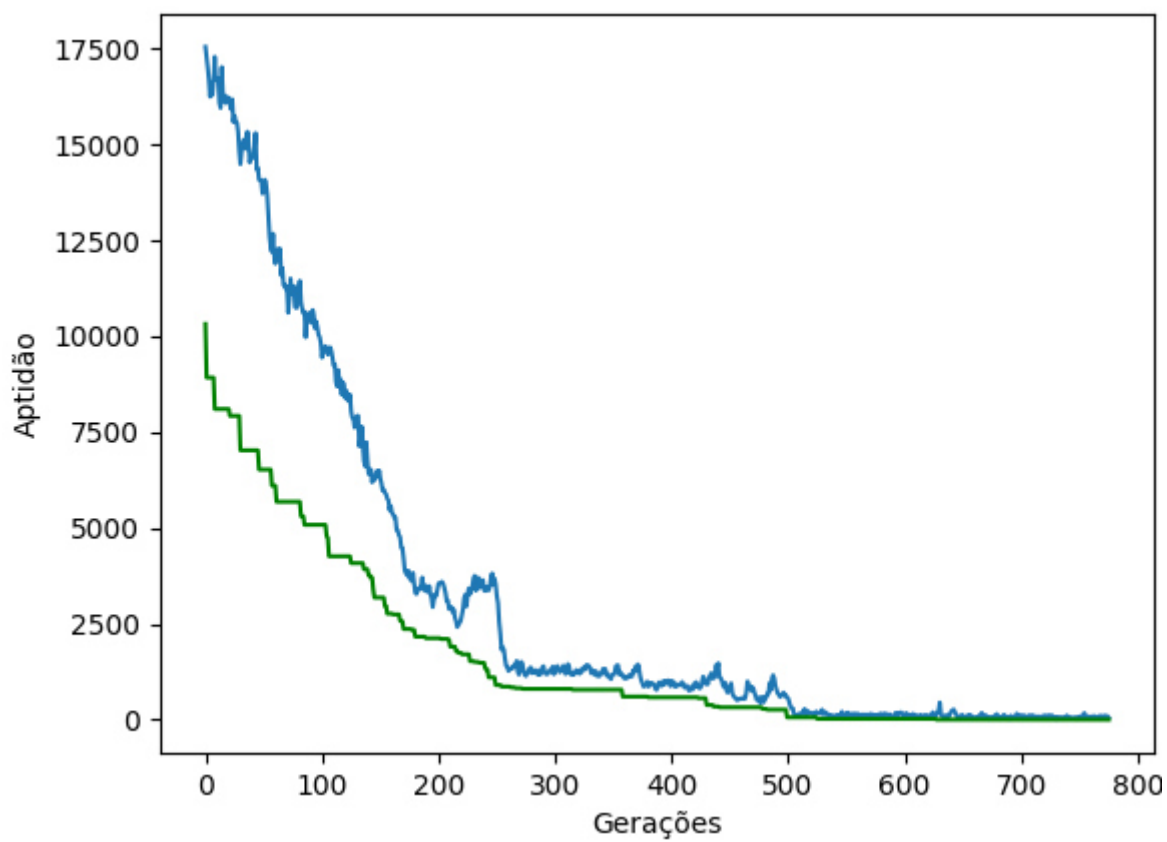
Figura 21 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 2

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Sem Aula	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C – Resultados do Teste 3

Gráfico 5 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 3



Fonte: Autoria própria.

Figura 22 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 3

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 23 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 3

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 24 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 3

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
13:55 - 15:45	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
15:45 - 17:35	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

Figura 25 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 3

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janynne de Oliveira Cabral Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 26 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 3

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

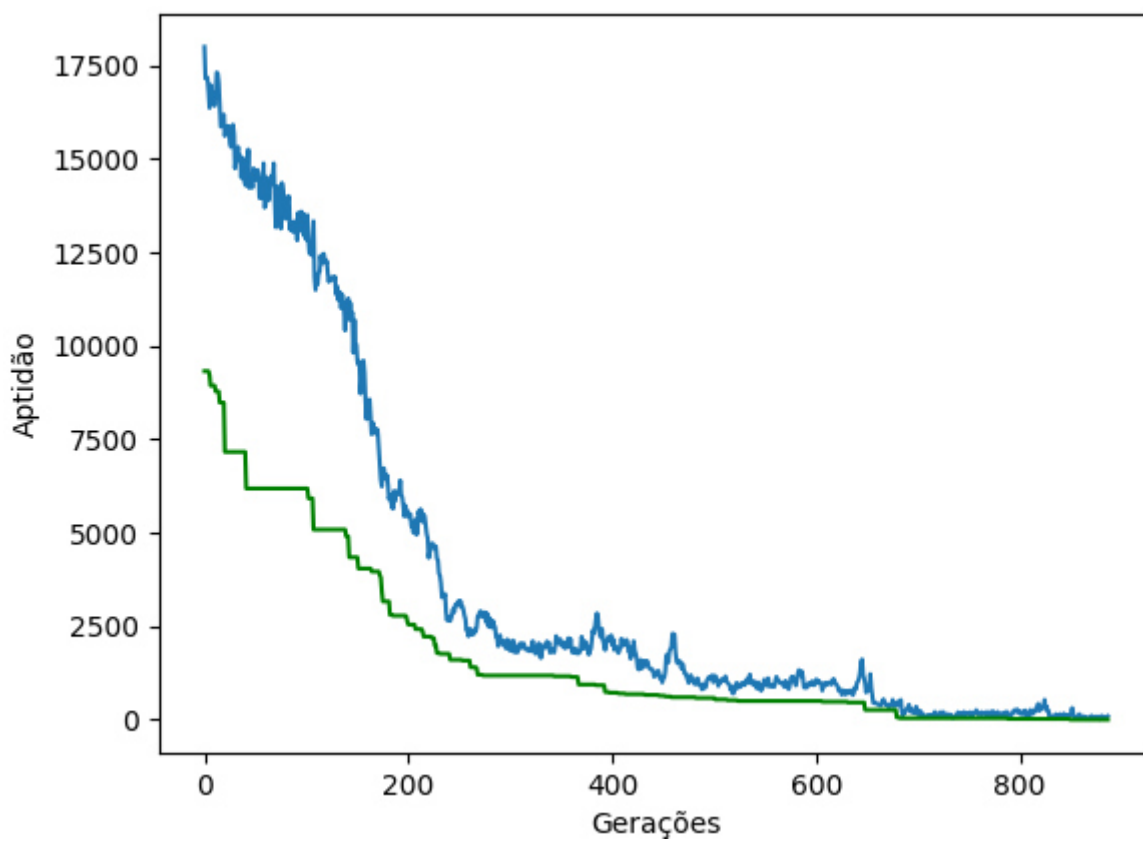
Figura 27 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 3

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1
15:45 - 17:35	Sem Aula	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE D – Resultados do Teste 5

Gráfico 6 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 5



Fonte: Autoria própria.

Figura 28 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 5

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Sem Aula	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 29 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 5

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2
9:45 - 11:35	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 30 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 5

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Sem Aula	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 31 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 5

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyne de Oliveira Cabral Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hídalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hídalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 32 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 5

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

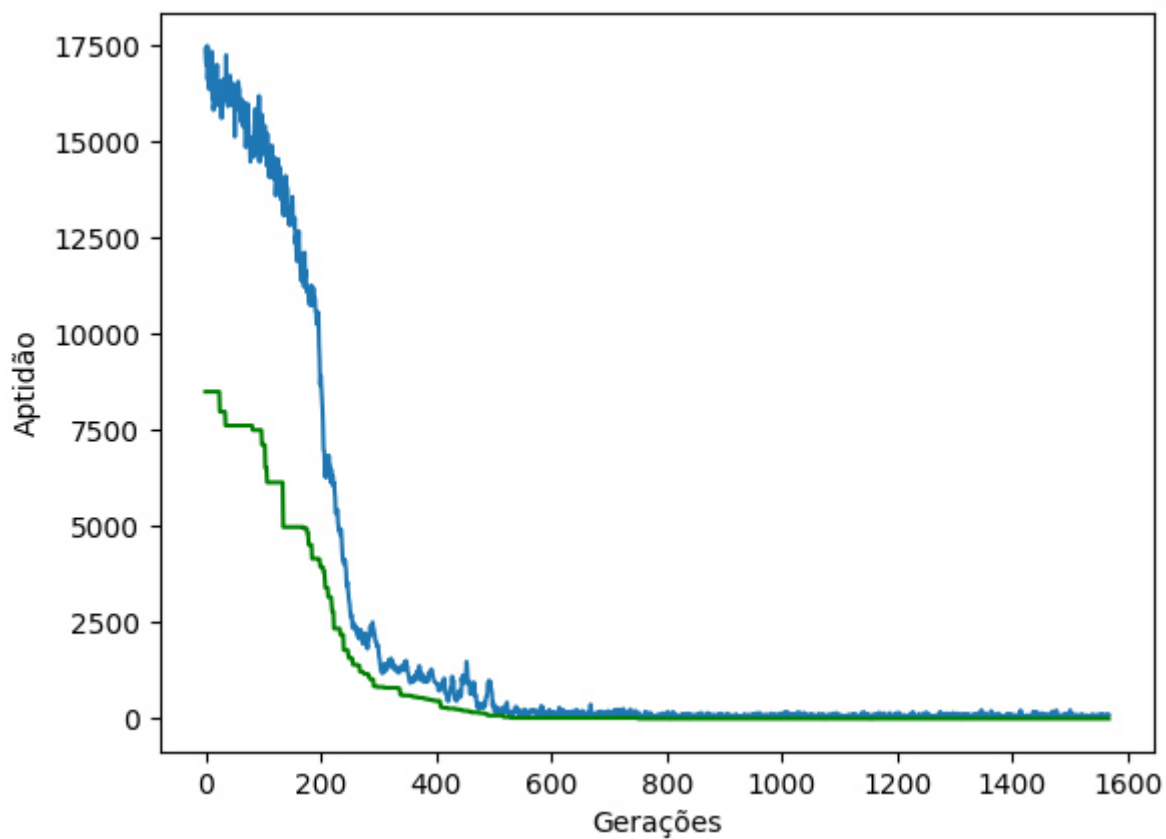
Figura 33 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 5

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
15:45 - 17:35	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE E – Resultados do Teste 6

Gráfico 7 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 6



Fonte: Autoria própria.

Figura 34 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 6

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Sem Aula	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 35 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 6

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 36 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 6

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
15:45 - 17:35	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

Figura 37 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 6

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janynne de Oliveira Cabral Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 38 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 6

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

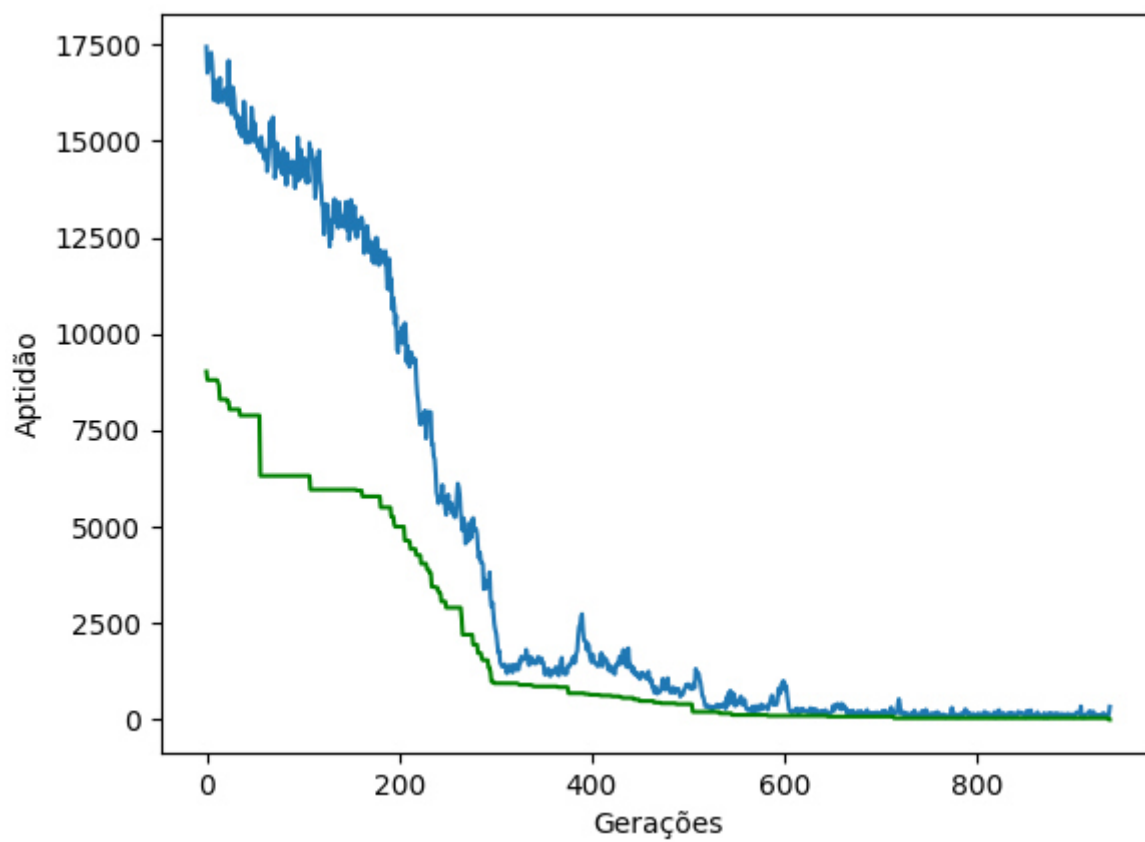
Figura 39 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 6

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE F – Resultados do Teste 7

Gráfico 8 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 7



Fonte: Autoria própria.

Figura 40 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 7

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2
9:45 - 11:35	Sem Aula	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2
13:55 - 15:45	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 41 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 7

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 42 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 7

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
9:45 - 11:35	Sem Aula	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
13:55 - 15:45	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Sem Aula
15:45 - 17:35	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

Figura 43 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 7

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyne de Oliveira Cabral Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 44 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 7

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

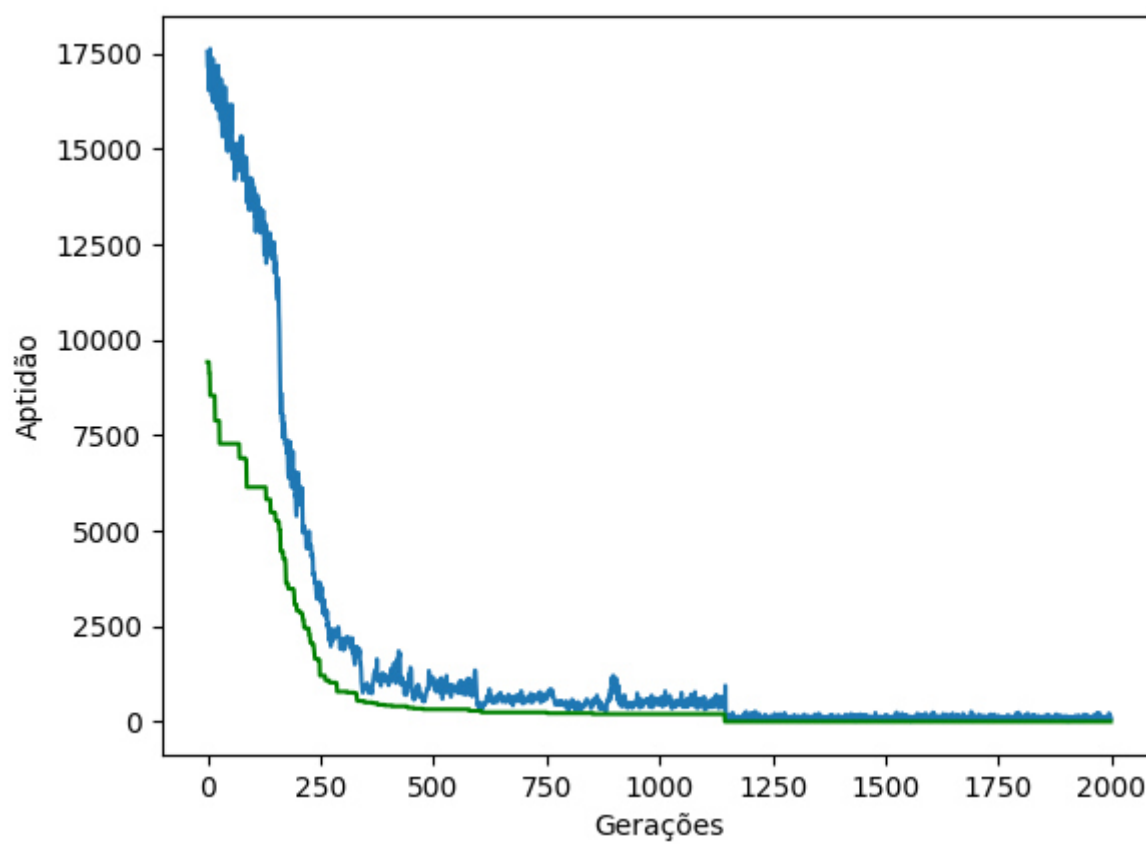
Figura 45 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 7

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE G – Resultados do Teste 8

Gráfico 9 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 8



Fonte: Autoria própria.

Figura 46 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 8

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2
15:45 - 17:35	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 47 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 8

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2
13:55 - 15:45	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 48 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 8

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Sem Aula
9:45 - 11:35	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula
13:55 - 15:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
15:45 - 17:35	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

Figura 49 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 8

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hidalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyenne de Oliveira Cabral Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 50 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 8

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

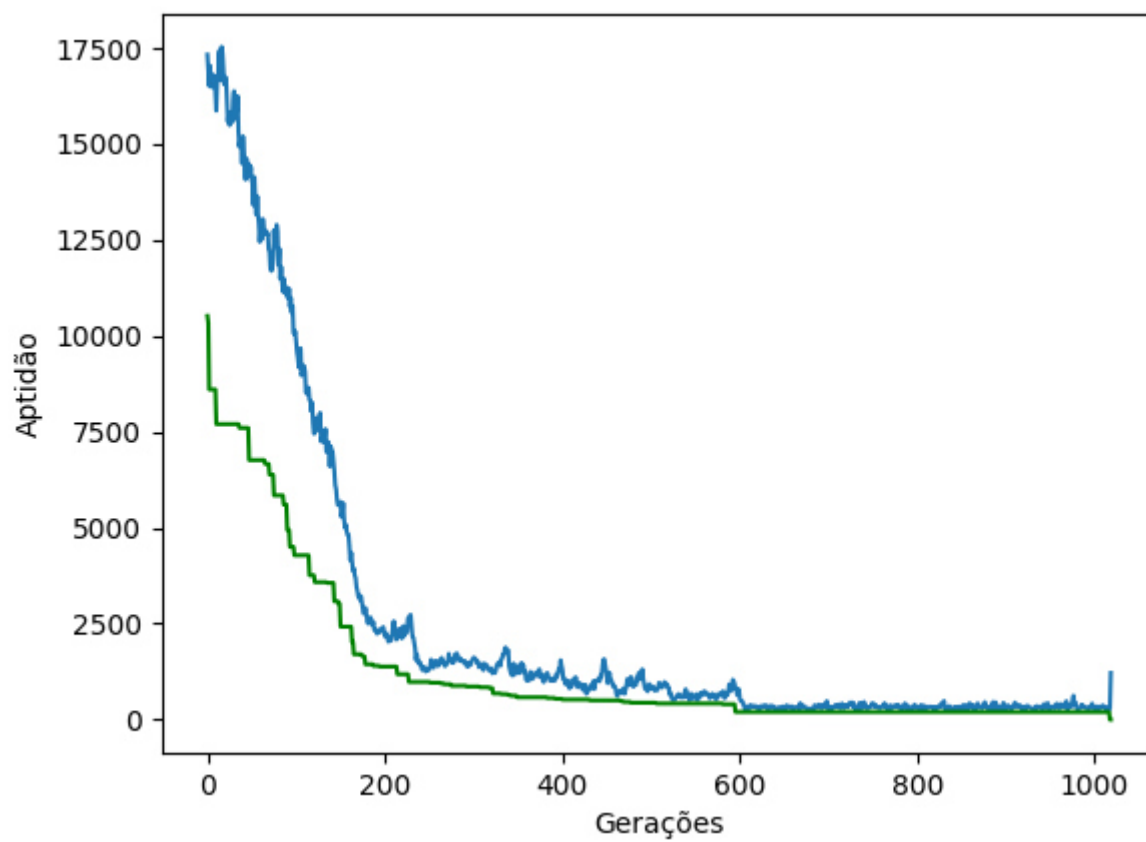
Figura 51 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 8

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Sem Aula	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Sem Aula	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE H – Resultados do Teste 9

Gráfico 10 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 9



Fonte: Autoria própria.

Figura 52 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 9

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2
13:55 - 15:45	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 53 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 9

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 54 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 9

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
9:45 - 11:35	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula
15:45 - 17:35	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

Figura 55 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 9

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janyne de Oliveira Cabral Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hídalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hídalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 56 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 9

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádller de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

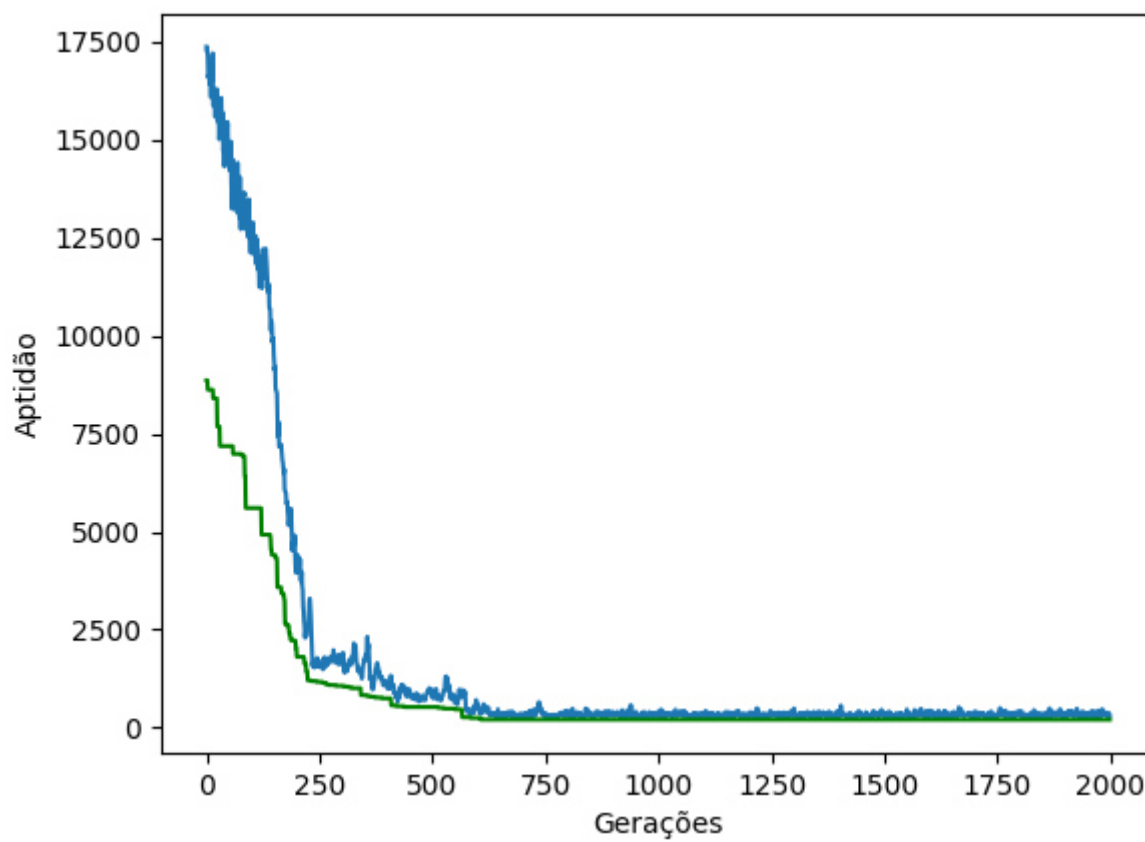
Figura 57 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 9

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE I – Resultados do Teste 10

Gráfico 11 - Valor de Aptidão em função da geração do Teste 10



Fonte: Autoria própria.

Figura 58 - Grade de horários referente ao 1º período gerada pelo Teste 10

	1º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Ética e Legislação Professor: Kátia Cilene da Silva Santos Turma: 1	Disciplina: Algoritmos Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2
13:55 - 15:45	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 2	Disciplina: Seminário de Introdução ao Curso Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Análise e Expressão Textual Professor: Carla Daniele Saraiva Bertuleza Turma: 1	Disciplina: Introdução a Computação e aos Sistemas de Informação Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 2	Disciplina: Cálculo I Professor: Bruno Fontes de Sousa Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Sem Aula

Fonte: Autoria própria.

Figura 59 - Grade de horários referente ao 2º período gerada pelo Teste 10

	2º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Gabriel Caldas Barros e Sá Turma: 2	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Administração e Empreendedorismo Professor: Anderson Queiroz Lemos Turma: 1	Disciplina: Sociologia Professor: Glauber Barreto Luna Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Arquitetura e Organização de Computadores Professor: Kennedy Reurison Lopes Turma: 2	Disciplina: Geometria Analítica Professor: Otávio Paulino Lavor Turma: 2	Disciplina: Cálculo II Professor: Paulo Henrique das Chagas Silva Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados I Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 2

Fonte: Autoria própria.

Figura 60 - Grade de horários referente ao 3º período gerada pelo Teste 10

	3º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Introdução às Funções de Várias Variáveis Professor: Josenildo Ferreira Galdino Turma: 1	Disciplina: Economia para Engenharia Professor: Lauro César Bezerra Nogueira Turma: 1	Disciplina: Sistemas Operacionais Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1
13:55 - 15:45	Sem Aula	Disciplina: Laboratório de Algoritmos e Estruturas de Dados II Professor: Thiago Pereira Rique Turma: 1	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1
15:45 - 17:35	Sem Aula	Sem Aula	Disciplina: Álgebra Linear Professor: Antonio Diego Silva Farias Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Matemática Discreta Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 61 - Grade de horários referente ao 4º período gerada pelo Teste 10

	4º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Lógica Matemática Professor: Claudio Andrés Callejas Olguín Turma: 1	Disciplina: Banco de Dados Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Mecânica Clássica Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Química Geral Professor: Kyteria Sabina Lopes De Figueredo Turma: 1	Disciplina: Projeto e Design de Interfaces Professor: Dyego Magno Oliveira Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hídalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Química Geral Professor: Tycianne Janynne de Oliveira Cabral Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Mecânica Clássica Professor: Hídalyn Theodory Clemente Mattos De Souza Turma: 1	Disciplina: Estatística Professor: Beatriz Ferraz Martins Turma: 1	Disciplina: Redes de Computadores Professor: Vinícius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Programação Orientada a Objetos Professor: Lenardo Chaves e Silva Turma: 1	Disciplina: Projeto Detalhado de Software Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 62 - Grade de horários referente ao 5º período gerada pelo Teste 10

	5º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinicius Samuel Valério de Souza Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádler de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Computação Gráfica Professor: Marco Diego Aurélio Mesquita Turma: 1	Disciplina: Ondas e Termodinâmica Professor: Sharon Dantas Da Cunha Turma: 1	Disciplina: Circuitos Digitais Professor: Ádler de Oliveira Guimarães Turma: 1	Disciplina: Teste de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Programação Concorrente e Distribuída Professor: Vinicius Samuel Valério de Souza Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Circuitos Digitais Professor: Pedro Thiago Valerio De Souza Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Engenharia de Software Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Filosofia da Ciência e Metodologia Científica Professor: Claudio de Souza Rocha Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Ondas e Termodinâmica Professor: Thatyara Freire de Souza Turma: 1	Disciplina: Métodos Formais de Engenharia de Software Professor: Alysson Filgueira Milanez Turma: 1	Disciplina: Sistemas Distribuídos Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1

Fonte: Autoria própria.

Figura 63 - Grade de horários referente ao 6º período gerada pelo Teste 10

	6º Período				
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
7:55 - 9:45	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Laboratório de Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1
9:45 - 11:35	Disciplina: Multimídia Professor: Reudismam Rolim de Sousa Turma: 1	Disciplina: Dependabilidade e Segurança Professor: Walber José Adriano Silva Turma: 1	Disciplina: Processo de Software Professor: Felipe Torres Leite Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Engenharia de Requisitos Professor: Wallace Duarte De Holanda Turma: 1
13:55 - 15:45	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1
15:45 - 17:35	Disciplina: Sinais e Sistemas Professor: Rodrigo Soares Semente Turma: 1	Disciplina: Eletricidade e Magnetismo Professor: José Wagner Cavalcanti Silva Turma: 1	Disciplina: Qualidade de Software Professor: Samara Martins Nascimento Turma: 1	Sem Aula	Disciplina: Análise e Projeto de Sistemas Orientados a Objetos Professor: Laysa Mabel de Oliveira Fontes Turma: 1

Fonte: Autoria própria.