

**OTIMIZAÇÃO DE HORÁRIOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO
SUPERIOR ATRAVÉS DE ALGORITMOS GENÉTICOS**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**OTIMIZAÇÃO DE HORÁRIOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO
SUPERIOR ATRAVÉS DE ALGORITMOS GENÉTICOS**

Osmar de Oliveira Braz Júnior

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Engenharia de Produção.

**Florianópolis
2000**

Osmar de Oliveira Braz Júnior

**OTIMIZAÇÃO DE HORÁRIOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO
SUPERIOR ATRAVÉS DE ALGORITMOS GENÉTICOS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de fevereiro de 2000.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Oscar Ciro López, Dr.Eng.
Orientador

Prof. Aran Bey Tcholakian, Dr.Eng.

Prof. Ricardo Villarroel Dávalos, Dr. Eng.

Prof. Rafael Faraco, M.Eng.

A Deus, que é início e fim de tudo,
de onde todo poder emana neste universo.

A meus filhos Fernando e Gustavo
que são o caminho de luz de minha vida.

A minha esposa, Lusicler que me
presentiou com dois filhos maravilhosos
e cujo apoio sempre contei e poderei
contar em qualquer momento de
minha existência.

Agradecimentos

Aos meus pais que sempre deram apoio ao meu desenvolvimento intelectual para que pudesse desfrutar de tudo que a vida tem de melhor.

Ao Professor Oscar Ciro López, Dr. pela orientação criteriosa e dedicada, e acima de tudo pela compreensão e boa vontade em todas as ocasiões em que o procurei para discutir idéias e buscar esclarecimento.

A Universidade do Sul de Santa Catarina pelo apoio.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO I	1
1. Introdução	1
2.1 Objetivos Gerais	2
2.2 Objetivos Específicos	2
2.3 Importância do trabalho.....	2
2.4 Limitações do trabalho	3
2.5 Organização do trabalho	4
CAPÍTULO II	5
2. Geração de Horário	5
2.6 Considerações Iniciais.....	5
2.7 O que é um gerador de horário?	10
2.8 O que é o problema de horário?.....	11
2.9 Abordagens para Automatizar a geração de Horários.....	14
2.1.1 Abordagem por Algoritmos Genéticos	15
2.1.2 Abordagem por Algoritmos Memeticos.....	16
2.1.3 Abordagem por Simulated Anneling	17
2.1.4 Abordagem por Tabu Search	18
2.1.5 Abordagem pela Teoria de Grafos	19
2.1.6 Abordagem pela Programação Linear.....	20
2.1.7 Otimização de Planejamento de Horários por Algoritmos Genéticos	22
CAPÍTULO III	24
3. Modelo Proposto	24
3.1 Introdução	24
3.2 Algoritmos Genéticos	25
3.2.1 Definição	25
3.2.2 Características Primárias	26
3.2.3 Representação Cromossômica	26
3.2.4 Fluxo Básico	27
3.2.5 Inicialização	28
3.2.6 Avaliação e Adequabilidade	28
3.2.7 Operadores Genéticos	29
3.2.8 Condições de Término	32
3.2.9 Outros Operadores de Cruzamento	33
3.3 Descrição do Modelo.....	37
3.3.1 Definição do cromossomo	37

3.3.2	Geração da População Inicial.....	40
3.3.3	Seleção	41
3.3.4	Cruzamento	43
3.3.5	Mutação.....	49
3.3.6	Elitismo	52
3.3.7	Avaliação do cromossomo	52
3.3.8	Avaliação da Melhor Solução	55
CAPÍTULO IV.....		56
4.	Testes e Resultados.....	56
CAPÍTULO V		66
5.	Conclusões e Recomendações.....	66
5.1	Conclusões.....	66
5.2	Recomendações.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		69
ANEXOS		74
A.	Anexo – Modelo Computacional	75
A.1	Introdução	75
A.2	Levantamento de Dados	75
A.3	Análise Funcional.....	75
A.3.1	Controle de Horários	76
A.3.2	Controle de Cursos	76
A.3.3	Controle de Turmas	76
A.3.4	Controle de Disciplinas	76
A.3.5	Controle de Salas.....	76
A.3.6	Controle de Dados Gerais.....	76
A.4	Software e Hardware de Apoio	77
A.4.1	Software.....	77
A.4.2	Hardware	77
A.5	Diagrama de Entidade-Relacionamento	77
A.5.1.	Lista das Entidades.....	79
A.5.2.	Descrição das Colunas das Entidades.....	80
A.5.3.	Lista de Entidades e Chaves Primárias	85
A.5.4.	Lista de Relacionamentos entre Entidades.....	86
A.6.	Diagrama Hierárquico Funcional.....	88
A.6.1.	Cadastro	89
A.6.2.	Consulta.....	89
A.6.3.	Gerador.....	89
A.6.4.	Relatórios.....	89
A.7.	Definição de Interface	89
A.7.1.	Tela do Programa Principal.....	90
A.7.2.	Tela de Cadastro Disciplinas	92
A.7.3.	Tela de Pesquisa de Disciplinas	93
A.7.4.	Tela de Cadastro de Cursos Oferecidos	94
A.7.5.	Tela do Consulta de Cursos Oferecidos	95
A.7.6.	Tela do Gerador de Horário	96

A.8. Orientação a Objetos	97
A.8.1. O que é um Objeto.....	97
A.8.2. O que é um tipo de Objeto?	98
A.8.3. Classe de Objetos.....	98
A.8.4. Operações	99
A.8.5. Herança	99
A.8.6. Métodos	99
A.8.7. Mensagens	99
A.8.8. Encapsulamento	100
A.8.9. Abstração	100
A.9. Construção Computacional do Cromossomo.....	100
A.10. Definição das Classes.....	102
A.10.1. Classe Geração	102
A.10.2. Classe População	104
A.10.3. Classe Cromossomo Principal	106
A.10.4. Classe Cromossomo Secundário.....	107
A.10.5. Classe List	108
A.11. Fluxo do Algoritmo Genético.....	109
B. Anexo – Amostra de Dados	110
B.1. Grade Horária Inicial	110
B.2. Grade Horária Final.....	120

Lista de Figuras

Figura 1 - Estrutura funcional de uma IES.	7
Figura 2 - Distribuição dos alunos de uma IES.	8
Figura 3 - Professores e Disciplinas numa IES.	9
Figura 4 - Distribuição do tempo de uma IES.	10
Figura 5 - Distribuição dos Recursos numa IES.	10
Figura 6 - Problema de transportes.	21
Figura 7 - Fluxo básico de uma algoritmo genético.	28
Figura 8 - Processo de Seleção.	30
Figura 9 - Processo de recombinação com um ponto de corte.	31
Figura 10 - Processo de mutação.	32
Figura 11 - Representação do Cromossomo.	38
Figura 12 - Codificação dos Horários.	39
Figura 13 - Codificação dos Horários divididos.	40
Figura 15 - Histograma de 100 Números.	42
Figura 16 - Histograma de 1000 Números	43
Figura 17 - Cruzamento da Estrutura Primária.	44
Figura 18 - Seleção do Ponto de Corte para o Cruzamento.	44
Figura 19 - Troca de Informações no Locus Gênico 1.	45
Figura 20 - Troca de Informações no Locus Gênico 2.	45
Figura 21 - Troca de Informações no Locus Gênico 3.	46
Figura 22 - Complementação do Cromossomo Filho.	46
Figura 23 - Filhos do Cruzamento da Estrutura Primária do Gene.	47
Figura 24- Cruzamento da Estrutura Secundária.	48
Figura 25 - Filhos do Cruzamento da Estrutura Secundária.	49
Figura 26 - Pontos de Mutação da Estrutura Primária.	50
Figura 27 - Resultado da Mutação na Estrutura Primária.	50
Figura 28 - Mutação da Estrutura Secundária.	51
Figura 29 - Resultado da Mutação na Estrutura Secundária.	52
Figura 30 - Choque de Disciplinas.	53
Figura 31 - Choque de Recursos.	54
Figura 32 - Teste de Geração.	59
Figura 33 - Teste de População.	60
Figura 34 - Teste de Cruzamento da Estrutura Primária e Secundária.	61
Figura 35 - Teste de Mutação da Estrutura Primária e Secundária.	62

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Listagem de Cursos	57
Tabela 2 - Teste geral	58
Tabela 3 - Teste Programado.....	63
Tabela 4 - Confirmação de Parâmetros	64

Resumo

Uma grade horária bem elaborada é um requisito importante para a boa administração de qualquer instituição de ensino superior. Porém, o grande número de fatores envolvidos, como a quantidade de disciplinas, a alocação dos professores e o compartilhamento de recursos, torna o problema da geração da grade horário muito complexo.

Este trabalho apresenta um solução para o problema de geração da grade horária de uma instituições de ensino superior utilizando uma abordagem heurística, os algoritmos genéticos.

Na implementação dos métodos de avaliação, foram levados em consideração algumas das restrições dentre as muitas existentes para o problema. Entre elas as disponibilidade de recursos e professores, não deixando de lado outros aspectos relevantes para a resolução deste problema em instituições de ensino superior.

Na implementação dos operadores genéticos de cruzamento foram utilizadas técnicas semelhantes ao operador de cruzamento de ciclo, porém com uma otimização do tempo de cruzamento, obtida através de um corte do cromossomo. Uma representação estruturada do cromossomo também melhora desempenho do modelo, distinguindo-se de outras abordagens existentes, e também facilitando a modelagem do problema.

O modelo foi desenvolvido e implementado utilizando orientação a objeto, com a representação das estruturas do algoritmo genético utilizando classes, possibilitando uma maior reutilização do modelo. Com a representação

em classes, os operadores genéticos, e os métodos de avaliação ficam embutidos em suas suas próprias estruturas.

Abstract

A well elaborated timetable is an important requirement for the good administration of universities. However, the great number of involved factors, as the amount of disciplines, the teachers' allocation and the resources' sharing, makes the problem of timetables generation very complex.

This work presents a solution for the problem of timetables generation using an heuristic approach, the genetic algorithms.

In the implementation of the evaluation methods, were taken in consideration some of the restrictions among the many existent for the problem. Among them, the availability of resources and teachers, not ignoring other important aspects for the resolution of this problem in universities.

In the implementation of the genetic operators of crossover, techniques similar to the operator of cycle crossover where used, but with an optimization of the time for crossing, obtained through a cut of the chromosome. A structured representation of the chromosome also improved the model, distinguishing it of another existent approaches, and also easing the modeling of the problem.

The model was developed and implemented using object-orientation, using classes to represent the structures of the genetic algorithm, making easy the reusing of the model. With the representation with classes, the genetic operators, and the evaluation methods are self contained in its own structures.

Capítulo I

1. INTRODUÇÃO

A construção da grade horária para instituições educacionais é um problema clássico. Horários são uma necessidade de toda instituição de ensino, incluindo escolas primárias, secundárias e universidades. São vários os problemas encontrados na elaboração de grades horárias, tais como alocação das aulas para os professores, alocação de salas, laboratórios, etc. Além disso, é necessário considerar as combinações de algumas destas restrições.

Na elaboração de grades horárias para uma instituição de ensino superior, é necessário atender todos os cursos, e muitas vezes vários *campi*. Este é um fator a mais na complexidade da construção das grades horárias, já que muitas vezes é necessário distribuir a carga horária dos professores de um curso entre os diferentes *campi* da instituição.

Neste contexto, as aulas de uma instituição são o conjunto de reuniões entre professores e alunos num conjunto de períodos de tempo. Nestes períodos de tempo, os recursos disponíveis são limitados, e várias outras restrições podem ser adicionadas. Portanto, o problema de construção de grades horárias pode ser visto como relações entre conjuntos de professores, disciplinas, alunos, períodos de tempo e recursos. Estas relações estão sujeitas ainda a uma série de restrições, cujas combinações aumentam a complexidade do problema.

Algoritmos Genéticos são uma técnica de busca heurística que faz uma analogia com as teorias de evolução natural e genética. Esta técnica é utilizada neste trabalho para encontrar uma solução viável para o problema da geração de grades horárias, dentro de uma série de combinações e restrições existentes.

A representação de um problema mediante Algoritmos Genéticos passa a ser definido através de uma cadeia de caracteres, chamada de cromossomo. O processo de busca de uma solução é feita mediante operadores genéticos que fazem o papel da evolução natural, seguindo limites definidos que são chamados de parâmetros genéticos. As restrições do problema são transformados em funções que avaliam cada geração de indivíduos, possibilitando ou não a evolução dos mesmos.

2.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma representação genética para o problema de geração de horário de uma instituição, levando em consideração a limitação dos recursos, com base em suas informações, utilizando Algoritmos Genéticos para alcançar uma solução viável.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetos específicos consistem em:

- Representação do problema;
- Definir os operadores genéticos.
- Definir as formas de avaliação do cromossomo;
- Especificar e testar os parâmetros genéticos;
- Validar o modelo proposto.

2.3 Importância do trabalho

Uma boa grade horária é um subsídio básico para administração de tempos em uma instituição de ensino.

Devido a sua complexidade matemática, verificada em trabalhos publicados[1][2] [3][4][8][24][28][30][34][35][36][37], pode-se dizer que a geração de horário é um problema difícil de ser modelado, principalmente quanto às características da instituição, tais como cursos, disciplinas oferecidas no período, número de professores e salas. A complexidade aumenta ainda mais quando a instituição apresenta diversos *campi*, muitas vezes geograficamente distantes entre si.

Estas características, aliadas ao conjunto de restrições impostas, atingem tal complexidade que o estabelecimento do horário de aulas torna-se uma operação de difícil solução, mesmo com o auxílio de computador.

O modelo desenvolvido, além de reduzir o tempo requerido para a confecção do horário, pode ser empregado como instrumento de decisão para uma melhor utilização dos recursos físicos e humanos da instituição.

2.4 Limitações do trabalho

A maioria dos estabelecimentos de ensino superior, via de regra, adota o método de matrícula dos alunos por disciplina a cada período letivo.

O modelo desenvolvido atende a este sistema de matrícula, considerando como turma os alunos que cursam juntos uma mesma disciplina em um mesmo campus, curso e semestre curricular. Com isso, cada aluno terá, possivelmente, aulas com diferentes colegas em cada disciplina em que estiver inscrito naquele semestre letivo.

Não é levada em consideração, no modelo proposto, a matrícula de alunos por período letivo, que é uma outra forma de agrupar os alunos e disciplinas. Neste caso, um aluno somente pode passar para o período seguinte após ser aprovado num número definido de disciplinas do período anterior. Porém, como a maioria das instituições de ensino superior não utilizam esta forma de matrícula, foi modelada apenas a matrícula por

disciplina. Assim, um aluno pode matricular-se em disciplinas de semestres diferentes, devendo somente atender seus pré-requisitos.

2.5 Organização do trabalho

A forma de organização deste trabalho segue uma seqüência lógica para familiarizar o leitor com todos os pormenores necessários para o entendimento do modelo proposto.

A estrutura do trabalho é como descrito a seguir.

O Capítulo I consiste de uma apresentação preliminar do trabalho, constando de objetivos, limitações e importância.

Capítulo II faz uma breve descrição da problemática da Geração de Grade Horária e a apresentação dos métodos de solução encontrados na bibliografia, ressaltando os aspectos positivos e negativos de cada abordagem.

No Capítulo III são descritas as técnicas que serviram como base para a formulação, estruturação e elaboração do sistema proposto neste projeto.

O Capítulo IV é dedicado à aplicação prática do modelo, a fim de ilustrar o desempenho do método proposto.

As conclusões e recomendações obtidas em decorrência do desenvolvimento e da aplicação da metodologia proposta são enfocadas no Capítulo V.

Complementando os capítulos resumidos acima dois anexos (A e B) são colocados no final. No Anexo A é mostrada a implementação do sistema proposto e os subsistemas que o compõem, e estudando com maiores detalhes os princípios de funcionamento de cada um deles. E no Anexo B exemplos de dados dos testes e resultados.

Capítulo II

2. GERAÇÃO DE HORÁRIO

Para que se torne claro o entendimento da geração de grades horárias é necessário conhecer a organização de uma instituição de ensino superior.

2.6 Considerações Iniciais

Numa instituição de ensino superior (IES), a geração de grades horárias deve levar em conta diversos fatores. Entre eles, a disponibilidade de salas, horários de trabalho dos professores, e as disciplinas oferecidas no período são as mais importantes.

Para cada curso oferecido pela IES, um conjunto de disciplinas é oferecido a cada período letivo, geralmente um semestre. Estas disciplinas podem ser divididas em grupos, com conteúdos inter-relacionados chamados de pré-requisitos. Este agrupamento permite especificar quais disciplinas podem ser ministradas pelos professores, de acordo com sua habilitação, bem como evitar conflitos de horários.

Quando uma IES possui diversos *campi*, a geração da grade horária deverá levar em consideração a possibilidade de um mesmo professor ministrar disciplinas em mais de um *campi*. Assim, a geração da grade horária dos diversos *campi* deve ser feita de forma coordenada, aumentando a complexidade do problema.

Neste trabalho, considera-se que cada curso é formado por um conjunto de disciplinas, com a duração de um semestre. Para concluir o curso, o aluno deverá matricular-se e conseguir aprovação em todas as disciplinas do curso.

Num determinado semestre as disciplinas são oferecidas em determinados dias da semana, sendo que o aluno poderá matricular-se em qualquer disciplina. Porém, a matrícula em algumas disciplinas poderá estar sujeita a um conjunto de pré-requisitos, ou seja, aprovação em disciplinas de fases anteriores do curso.

Para uma orientação do aluno, os cursos oferecem um diagrama do fluxo curricular, com uma distribuição das disciplinas por semestre, que já prevê o cumprimento dos pré-requisitos. O número de disciplinas por semestre curricular pode variar de acordo com a grade curricular do curso. Porém, como pode haver adiantamento ou atraso de disciplinas por parte dos alunos, o curso deve determinar o número mínimo e máximo de semestres para conclusão. Da mesma forma, o número de semestres curriculares pode variar, dependendo do número de disciplinas e do período do curso.

Como uma mesma disciplina pode ser ministrada em diversos cursos, estas estão agrupadas por centros, levando em conta as áreas de atuação. Dentro de cada centro, as disciplinas são agrupadas de acordo com suas ementas ou afinidades.

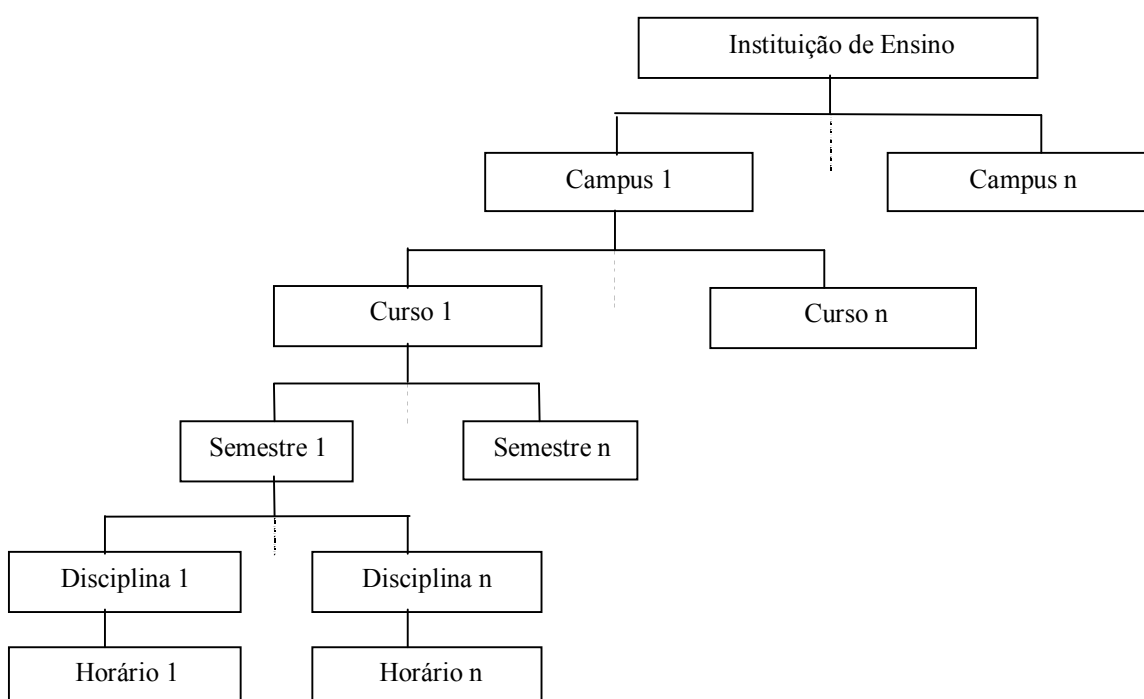
Cada disciplina necessita de um conjunto de recursos para ser ministrada. A grande maioria necessita apenas de um sala de aula com capacidade que suporte as vagas oferecidas. Outras disciplinas requerem recursos adicionais, tais como laboratórios de informática, salas de desenho, laboratórios, etc.

As disciplinas dos cursos são lecionadas pelos professores do quadro da instituição. Os professores geralmente têm uma formação específica dentro de uma área, capacitando-se assim a lecionar um conjunto de disciplinas. Como

as disciplinas estão agrupadas por centros, os professores ficam ligados aos centros que as agrupam.

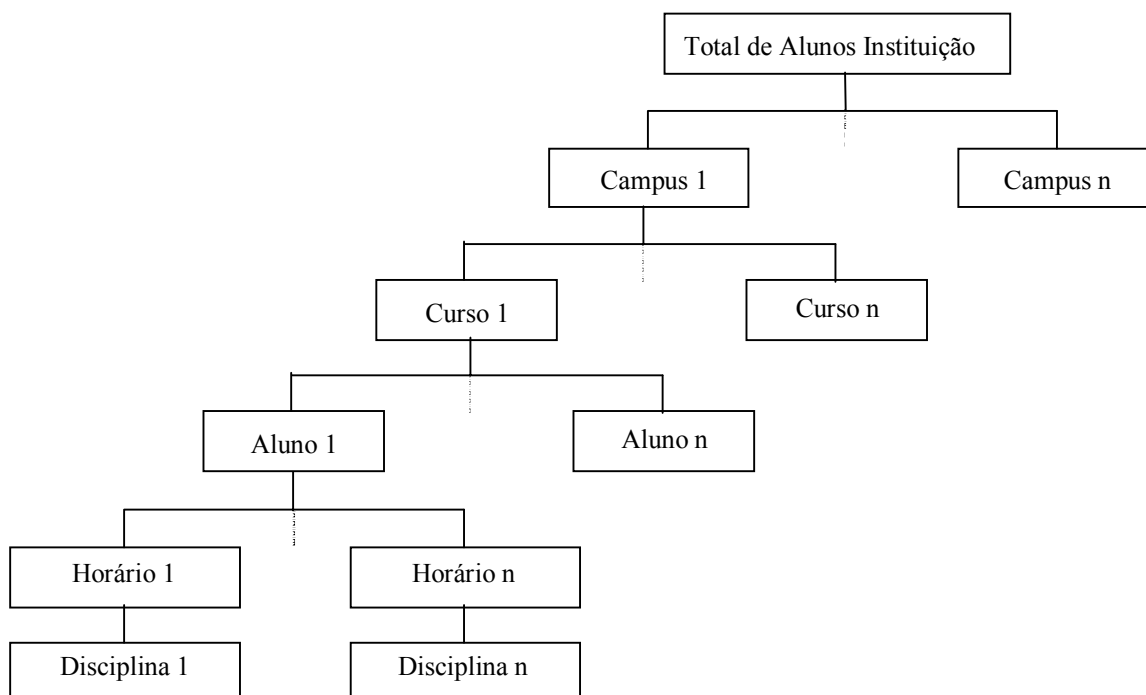
Com base nestas informações é possível obter uma visão geral da estrutura funcional da instituição. No contexto deste trabalho, uma instituição de ensino superior terá sua estrutura representada de acordo com a Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Estrutura funcional de uma IES.



Um IES é composta por um ou mais *campus*. Dentro de cada *campus* existem diversos cursos, os quais podem ser oferecidos em diferentes turnos. Cada curso apresenta um determinado número de semestres proposto pela grade curricular. Para cada disciplina dentro do semestre há um horário associado, fazendo com que cada aluno tenha, durante a semana, uma ou mais disciplinas na sua tabela de horários. Esta distribuição pode ser ilustrada mediante a figura Figura 2.

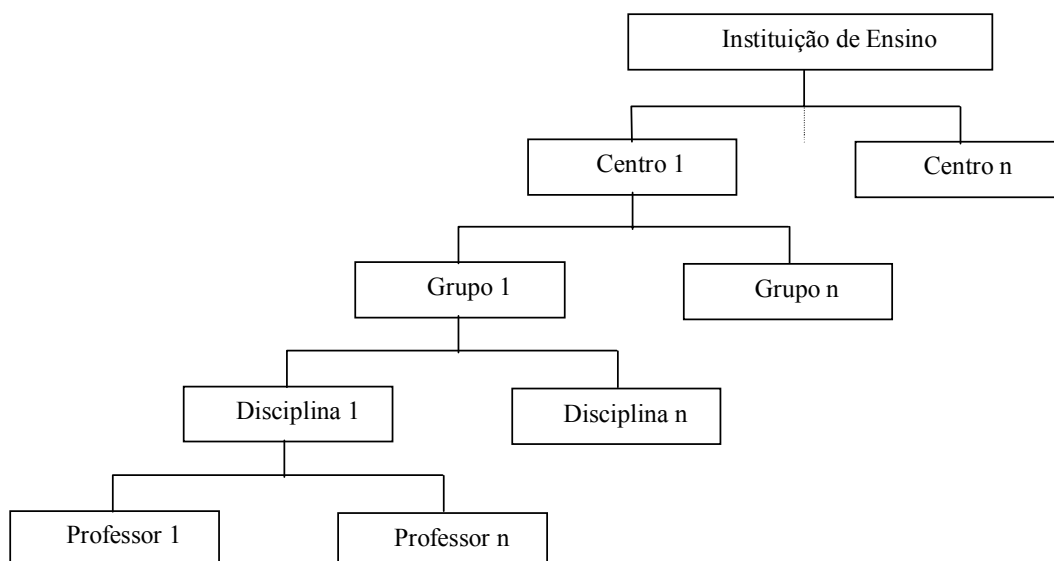
Figura 2 - Distribuição dos alunos de uma IES.



As turmas são determinadas pelo agrupamento de alunos que fazem a mesma disciplina num mesmo horário, sendo que os alunos podem ser de cursos diferentes. Dependendo da demanda prevista de matrículas para uma disciplina, podem ser abertas turmas extras.

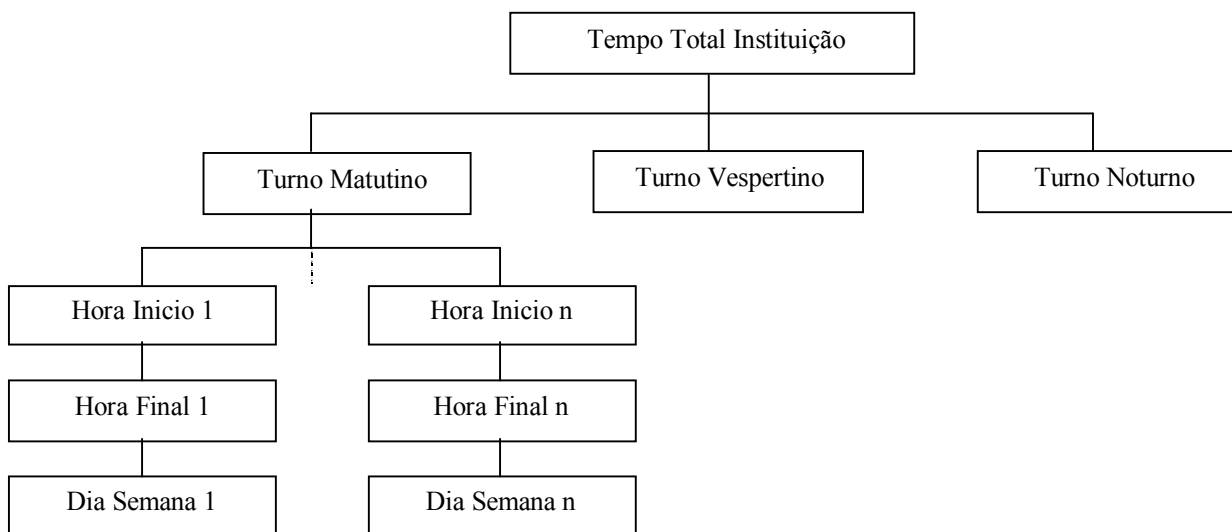
As disciplinas e os professores da instituição estão lotadas em centros, em função de sua área de conhecimento. Dentro dos centros as disciplinas estão agrupadas com base nas suas ementas e afinidades. Desta forma, é possível localizar os professores que podem ministrar as disciplinas, de acordo com as características da sua formação. Uma disciplina pode ser oferecida em um ou mais cursos, em diversos *campus* e também em diferentes turnos. A distribuição das disciplinas entre os professores pode ser vista na Figura 3.

Figura 3 - Professores e Disciplinas numa IES.



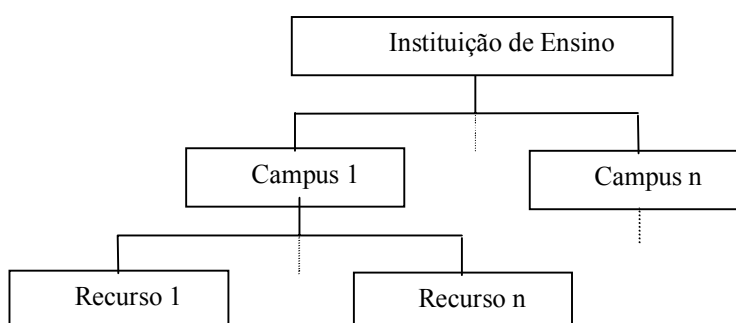
O tempo total da instituição é dividido em turnos, sendo que cada campus possui seu próprio conjunto de horários e turnos. Os turnos são caracterizados por uma hora inicial e uma hora final em um dia da semana. Pode-se compor 3 turnos distintos com os horários destes períodos, afim de atender os horários das turmas. Também pode-se agrupar horários de turnos diferentes a fim de atender cursos que sejam de período integral. A distribuição do tempo numa IES é representado na Figura 4.

Figura 4 - Distribuição do tempo de uma IES.



No processo de ensino de uma disciplina, são utilizados diferentes bens físicos da IES, denominados de recursos. Estes recursos só podem ser alocado para uma turma em um determinado horário (Figura 5), sendo que uma turma pode ter de um ou mais recursos diferentes alocado durante um semestre.

Figura 5 - Distribuição dos Recursos numa IES.



2.7.0 que é um gerador de horário?

Define-se um gerador de grade horária como um procedimento sistemático e automático que procura compatibilizar em uma tabela de horários

disponíveis na semana, todas as disciplinas que são oferecidas em um semestre de um curso, satisfazendo as disponibilidades de recursos.

É importante ressaltar que a dimensão do problema e as características específicas da instituição constituem um aspecto extremamente importante no que diz respeito à elaboração de um processo de geração de horário.

No contexto deste trabalho, será desenvolvido um gerador de grade horária que procura alocar as disciplinas dos cursos de forma que uma disciplina que utilize um recurso específico (ex. sala comum, laboratório) não seja alocado com outra que necessite do mesmo recurso, maximizando a sua utilização. Na alocação é levada em consideração o grupo da disciplina no centro, de modo que disciplinas de um mesmo grupo fiquem em horários diferentes. Com isto pretende-se que um mesmo professor possa ser alocado para o máximo de disciplinas dentro de sua área de habilitação.

2.8 O que é o problema de horário?

Um horário é uma relação entre diversos elementos, tais como tempo, disciplinas, professores e alunos. Os elementos são também chamados de recursos. As características destes elementos são especificados pelo problema, e a melhor relação entre eles deve ser definida como parte da solução. Por exemplo, é possível especificar a disciplina e o horário como parte do problema. A solução deverá encontrar um professor capacitado a ministrá-la, com base nas informações sobre os professores disponíveis e seus horários.

O problema da construção de grades horárias tem sido a muito tempo conhecido como um problema pertence aos chamados NP-completos, e nenhum método de resolução conhecido o resolveu num tempo razoável.

Segundo Burke[4], existem diversas variações no problema de alocação horária. A alocação horária de universidades pode ser dividida em duas

categorias principais: aulas e exames. Aulas são os conteúdos ministrados pelos professores, e exames são as provas às quais os alunos devem submeter-se para aprovação na disciplina. A maior diferença entre horários de aulas e horários de exame são:

- exames deve ser agendados de forma que nenhum estudante tenha mais de um exame de cada vez; mas aulas devem usualmente ser agendas antes do estudante matricular-se;
- como o espaço físico é freqüentemente uma restrição, exames podem compartilhar salas, mas apenas uma aula pode ser alocada em uma sala no mesmo instante.

O processo de horário é muito difícil de ser feito, pelo fato de que muitas pessoas são afetadas pelo seus resultados. Romero identifica três principais pontos neste processo, cada um com suas próprias características e necessidades[28].

A administração fixa os padrões mínimos para os quais o horário deve se ajustar. Por exemplo, algumas universidades especificam que nenhum estudante pode ter dois exames em períodos sucessivos.

As preocupações dos departamentos são maiores nos horários dos cursos. Eles querem o horário em consonância com o desenvolvimento do assunto ensinado, como também fazendo demandas mais específicas para salas de aula ou laboratórios. Em relação aos exames, é provável que os centros desejem que os exames sejam alocados antes das aulas, para permitir uma maior flexibilidade nos horários.

O terceiro ponto são os estudantes, onde cada um possui seu próprio horário, e que afeta a somente ele. Dado o número de estudantes envolvido é difícil de obter um critério específico sobre o qual é o melhor horário para os estudantes. Muitos estudantes preferem não ter aulas a tarde em uma sexta-feira, e ter uma pausa entre exames consecutivos. Se forem levadas em conta

as preferências dos estudante, há um aumento considerável da dificuldade do problema.

Segundo Burke, as restrições de horários são muitas e variadas [4], sendo que alguns dos tipos mais comuns são relacionadas a seguir.

Alocação de Recursos. Um recurso deve ser associado para um outro recurso de tipo diferente ou para uma turma. Por exemplo um professor pode preferir lecionar algumas aulas de uma disciplina numa sala normal, e outras num laboratório.

Tempo alocado. Uma aula ou um recurso pode ser associado a um professor, implicando que neste período o professor está indisponível para outras aulas. É possível também associar previamente um horário a uma reunião em particular.

Restrições de tempo entre reuniões. Um exemplo desta classe de restrições é uma aula em particular ter que acontecer antes de outra. Um caso comum são as aulas teóricas que devem anteceder as aulas práticas em laboratório.

Distribuição de aulas. Aulas devem ser distribuídas uniformemente durante o período. Por exemplo, aulas teóricas devem ser intercaladas com aula práticas.

Coerência das aulas. Esta restrição foi projetada para produzir horários mais organizados e convenientes, vindo em oposição à restrição de distribuição de aulas. Por exemplo, uma disciplina que poderia ter suas aulas todas num único dia, deve ser alocada em dois dias, para não sobrecarregar os alunos.

Capacidades das salas. O número de estudantes em uma sala não pode exceder a sua capacidade.

Continuidade. Qualquer restrição cujo propósito principal é assegurar certas características dos horários dos estudantes, sendo ela constante ou previsível. Por exemplo, aulas para um mesmo curso devem ser alocado em uma mesma sala ou em um mesmo período.

Ainda em relação às restrições, Burke divide-as em duas categorias: Rígidas (*hard*) e Flexíveis (*soft*) [4]:

- **Restrições Rígidas.** Um horário que quebra uma restrição rígida não pode ser considerado parte da solução, e deve ser reparado ou rejeitado pelo algoritmo do horário. Por exemplo, nenhuma pessoa pode requerer matrícula em duas disciplinas que são ministradas no mesmo horário.
- **Restrições Flexíveis.** Restrições flexíveis nem sempre são menos importante que restrições rígidas, e dificilmente levam um horário a ser rejeitado. São aplicadas a qualquer método de horário, geralmente avaliadas por uma função que penaliza o horário, calculando até que ponto este quebrou sua restrição. Algumas restrições flexíveis são mais importantes que outras, e têm uma maior prioridade.

Devido a esta complexidade, existe um grande potencial para as técnicas computacionais ajudarem na tarefa de alocação de horários de aulas para universidades ou outro tipo de instituição de ensino que tenha alguma destas restrições.

2.9 Abordagens para Automatizar a geração de Horários

Métodos heurísticos podem produzir bom horários, mas o tamanho e complexidade das universidades atuais têm provocado uma tendência para algoritmos mais gerais, como *simulated annealing*[4], algoritmos evolucionários, *tabu-search*[4,18], teoria de grafos e programação linear.

As heurísticas de problemas específicos pode ser empregada no contexto como um algoritmo para reduzir o número de possíveis soluções, ou para encontrar localmente uma solução viável.

2.1.1 Abordagem por Algoritmos Genéticos

A evolução natural implementa mecanismos adaptativos de otimização que, embora estejam longe de serem uma forma de busca aleatória, com certeza envolvem o acaso.

Algoritmos genéticos é uma analogia a teoria evolucionista NeoDarwiniana. Uma população inicial é gerada de uma forma aleatória, com características propriamente codificadas, denominados cromossomos. Durante a evolução, várias gerações sucessivas são criadas. Numa geração, alguns indivíduos são selecionados de acordo com a avaliação de suas características (*fitness*), que deve ir de encontro à solução viável. Estes indivíduos darão origem à próxima geração, que irá apresentar novas características adquiridas através dos operadores genéticos.

No problema de geração de grades horárias, um população de possíveis horários é mantida. Através da avaliação dos horários, seleciona-se os melhores indivíduos como base para a próxima iteração ou geração, assim melhorando o *fitness* global e mantendo a diversidade.

A representação genética mais comun para horários é uma cadeia de caracteres que codifica os elementos que descrevem o horário. Assim, pares de horários selecionados pode ser cruzados, sendo que a cadeia de caracteres é cortada e cruzada para criar novos horários. Porém, Corne [11] pesquisou um operador de mutação inteligente mais eficiente que o cruzamento simples entre dois pares. Este sistema, denominado GATT, está sendo usado com sucesso nos horários dos cursos da Universidade de Edinburgh, e Harvard Business School, Universidade de Kingston, e várias outras instituições.

Paetcher [26] desenvolveu o sistema Neeps & Tatties, o qual está sendo usado para programar cursos no Departamento de Ciências da Computação da Universidade de Napier. Este algoritmo genético codifica os horários como uma seqüência de eventos, que deve ser introduzida em um programa especial que

usa a ordem para produzir um horário. Para isto é necessário um tipo diferente de operador de recombinação, que toma elementos da seqüência de cada pai para produzir uma nova seqüência.

O grupo ASAP da Universidade de Nottingham desenvolveu algoritmos genéticos para examinar a alocação de exames, que empregam um grande grau de conhecimento heurístico, tanto na geração da população inicial, como na melhora dos operadores genéticos padrões [4,5,6]. O operador de cruzamento de Nottingham trabalha nos horários por níveis de período, pegando primeiro reuniões marcadas em ambos os pares, e então pegando outras de acordo a heurística de ordenação. Este processo é repetido até que nenhuma mais possa ser colocado no novo cromossomo sem conflito ou problemas. O uso deste tipo de operador de *cruzamento* sempre pode conduzir ao uso mais eficiente de salas, já que tenta preencher os espaço livres onde é possível.

2.1.2 Abordagem por Algoritmos Memeticos

Algoritmos Memeticos são uma extensão de Algoritmos Genéticos, baseado em um modelo de como as idéias evoluem. As unidades básicas de idéias são os memes, os quais, ao contrário dos genes, podem ser melhorados durante sua vida. Assim uma função de aprimoramento é usada em intervalos fixos, assegurando que os membros da população de horário estão todos otimizados.

A Universidade de Nottingham atualmente está desenvolvendo algoritmos memeticos para a planificação de exames [8]. Um operador de mutação leve ou pesado é aplicado aos membros selecionados da população. Após cada horário ser rompido por um operador de mutação, ele é otimizado localmente por um algoritmo de aprimoramento. Esta combinação gera novas soluções de boa qualidade.

A Universidade de Napier está trabalhando na programação de aulas usando algoritmos meméticos [27]. Sua codificação de horários especifica uma lista de sugestões de intervalos de tempo para cada evento. Estes intervalos são testados em ordem, e o sucesso de um intervalo leva-o a ser movido para o topo da lista, melhorando assim o material memético. O operador de recombinação constrói listas de novas sugestões, levando sugestões de intervalos de cada uma das listas dos pais. Uma vez que as listas de sugestões dos pais foram combinadas, os algoritmos meméticos fornecem meios para que cada lista de sugestão seja construída usando o resultado da procura na lista de seus ancestrais.

2.1.3 Abordagem por *Simulated Annealing*

O nome anelamento ou recozimento é o processo de aquecimento de um sólido até atingir seu ponto de fusão, seguido de um resfriamento até atingir seu estado sólido. O resfriamento tem de ser feito lentamente para que os átomos se arranjam numa estrutura regular, pois se isto não acontecer a estrutura ficará danificada. Uma desvantagem com *simulated annealing* é que o processo de resfriamento pode levar muito tempo para alcançar bons resultados.

Simulated annealing é uma estratégia de busca local. É um método que consegue boas soluções, sobre problemas com muitas restrições. O método mantém um rastro de possíveis soluções. A cada interação, um indivíduo é gerado – outro possível horário – ligeiramente alterado aleatoriamente. Este indivíduo será aceito como o horário corrente se ele tiver uma baixa penalização. Se o novo indivíduo tiver uma alta penalização, ele pode ser aceito de acordo com uma probabilidade, que é relacionada a um parâmetro de controle chamado temperatura. A temperatura, que é a probabilidade de que indivíduos inferiores sejam aceitos, é diminuída a cada iteração, ou depois de um número particular de iterações. O número de iterações pode ser constante ou pode ser incrementado com a temperatura baixa.

Simulated annealing tem sido aplicado satisfatoriamente no problema de horários em Swansea's Tissue [32, 33]. Os autores Thompson e Dowsland usam um modelo de coloração de grafos. Para simplificar a grande quantidade de restrições do problema de horário, eles o dividiram em duas fases. Em primeiro lugar são encontradas possíveis soluções, e então são otimizadas as restrições secundárias. Porém, esta abordagem resulta num espaço de busca consideravelmente reduzido e possivelmente desconexo. Ao invés de um resfriamento geométrico simples, Dowsland usa um resfriamento não-monotônico que aumente a temperatura quando um indivíduo é rejeitado. Além disso, a taxa de rejeição de indivíduos aumenta geometricamente com o progresso da procura.

2.1.4 Abordagem por Tabu Search

Como o *simulated annealing*, o *tabu search* mantém um rastro de possíveis soluções para o horário corrente. A diferença está no método pelo qual move novos horários para a lista de aceitos. Um *tabu search* mantém uma lista de tabelas movidas, representando horários que foram visitados recentemente, impedindo a procura de ficar no mesmo lugar e otimizando o espaço de busca.

A lista de tabelas é usualmente de tamanho fixo, e novos movimentos são adicionados ao mesmo tempo em que os velhos são removidos. Pelo fato dos movimentos das tabelas poderem impedir o alcance de níveis melhores de solução, um nível de aspiração é mantido, que representam as soluções ótimas desejadas. Quando um horário atinge o nível de aspiração, pode ser removido da lista de tabelas.

Tabu search foi aplicado com sucesso por Boufflet e Negre para gerar os horários na Universidade de Tecnologia de Compiègne [3]. Suas listas de tabelas contém os sete movimentos mais recentes. Se a vizinhança corrente não contiver uma solução melhorada, a função de aspiração pode selecionar uma solução da lista de tabelas.

Hertz [18] desenvolveu e aplicou o algoritmo *tabu search* TATI no agendamento de cursos, o qual ele adaptou mais tarde para um problema mais complexo e com mais restrições. A duração de uma aula não é fixada, e existem dez diferentes tipos de movimentos (mover uma aula para outro dia, mudar a duração das aulas, etc.) Quando o agendamento de uma aula em um dia particular é modificado, pode ser mudado para outro período (possivelmente em outro dia). Porém, para um determinado número de interações esta tabela move a aula para um período no dia original.

2.1.5 Abordagem pela Teoria de Grafos

Schwarz [30] sugeriu o desenvolvimento de um modelo com base na teoria dos grafos. O problema é reduzido a uma busca em árvore, recorrendo à técnicas heurísticas para encontrar as soluções em tempo razoável.

O problema da geração de grade horária pode ser caracterizado como um modelo de busca em grafos, considerando como ponto de partida os eventos previamente alocados, para os quais horários e salas apresentam-se *a priori*.

Cada aula apresenta um certo número de nós ou opções de horário e sala para alocação. A estas aulas pode ser associado um grafo $G(X,A)$, onde:

- **X** é um conjunto de nós que representam as opções de alocação das aulas, cada nó $x_i \in X$ é uma opção de alocação de uma aula específica a uma sala, em um determinado horário.
- **A** é um conjunto de arestas que representam as restrições. Cada aresta $a_k - (x_i-x_j)$ representa uma restrição de incompatibilidade de alocação mútua das opções x_i e x_j .

2.1.6 Abordagem pela Programação Linear

Akkoyulu[2] sugere um algoritmo de programação linear para solucionar o problema do horário de aulas, considerando um custo associado à escolha de um horário para uma aula.

A função objetivo associada ao problema é uma função de minimização, com os valores de custo positivos representando as escolhas desejáveis e os valores negativos as escolhas indesejáveis.

Akkoyulu[2] estabelece uma constante na função objetivo, que recebe um valor arbitrariamente elevado para assegurar a associação de uma aula a cada horário disponível, pois em razão de seu valor, toda solução procura alocar mais de um horário a uma aula.

Akkoyulu[2] demonstra que o problema assim formulado, apresenta uma solução inteira se substituirmos as restrições de 0 ou 1 por ≥ 0 . Como consequência, é possível aplicar-se os métodos comuns de programação linear em substituição aos métodos de programação inteira.

Trevelin[34] em seu trabalho estuda o problema de horários de aula como um problema de programação linear inteira binária semelhante ao problema de transportes, com rotas de capacidade unitária, apresentando soluções no intervalo (0,1). O autor, por conveniência e simplicidade, considera a princípio somente as restrições relativas a cada perfil de curso, de forma isolada, e de bloqueio de horários. Segundo Trevelin,

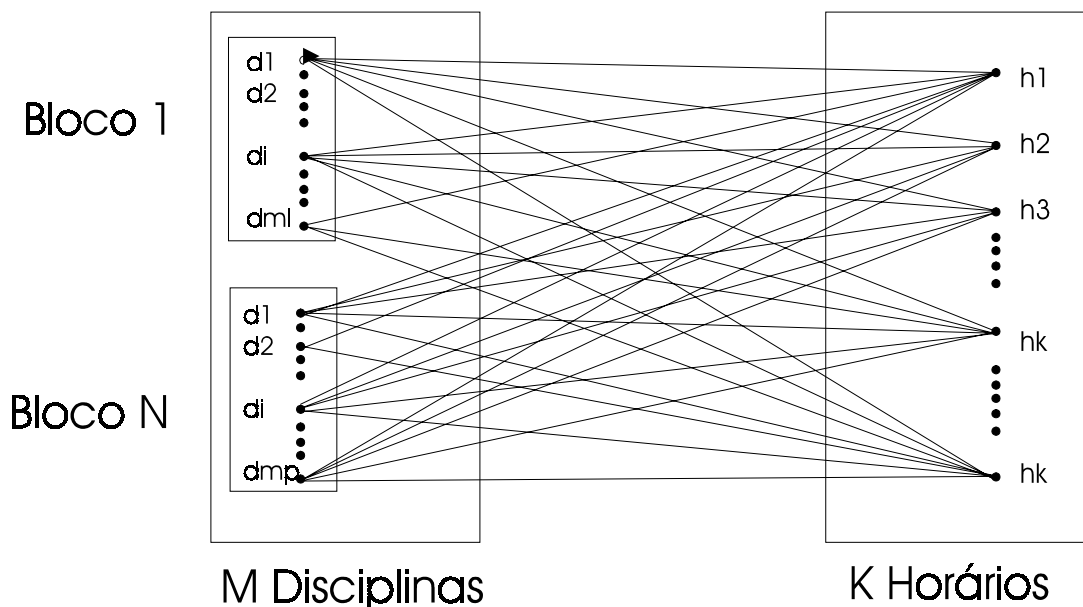
"o problema pode ser formulado como um conjunto de P problemas menores onde cada disciplina poderá ser pontencialmente atribuída a qualquer um dos K horários de aula (h_1, h_2, \dots, h_k) disponíveis na semana, sendo que, para cada um desses problemas, as disciplinas constantes do seu bloco de restrições não podem ser ministradas no mesmo horário, pois são de um mesmo perfil".

Cada um desses problemas tem uma estrutura semelhante à do problema de transportes(Figura 6), posto que, neste caso, as origens são as

disciplinas que oferecem aulas, os destinos são os horários disponíveis para as aulas e as rotas, que associam cada disciplina aos diferentes horários, tem capacidade unitária, isto é, se existir um fluxo de transporte de uma unidade em uma rota de uma disciplina i (de um bloco p , $p=1,2,\dots,P$) a um horário h_k ($k = 1, 2, \dots, K$), então uma aula da disciplina i terá lugar no horário h_k .

Como consequência dessa formulação, a estrutura da matriz de restrições do problema global assume a forma bloco angular, onde cada bloco é totalmente independente.

Figura 6 - Problema de transportes.



A decomposição do problema de horários de aula em problemas menores visa alcançar uma solução mais rapidamente. A grande vantagem disso é o fato de que, ao se resolver um conjunto de problemas de programação linear para processar, é ainda menor que a geração do problema completo, posto que o tempo de processamento tem crescimento exponencial em função do número de disciplinas.

Em uma segunda fase porém, Trevelim [34] faz uso do Método Simplex com uma nova matriz de restrições, incluindo a disponibilidade de salas de

aula, interligando os cursos, pois cada um concorre às salas disponíveis em cada horário de aula da semana. Nesta fase surgem ainda restrições suplementares, relativo à indisponibilidade dos professores, que são levadas em consideração. É nesta fase que as maiores dificuldades aparecem, principalmente em razão do grande número de restrições.

O autor faz referência à utilização de alguma técnica de decomposição para resolver a questão da dimensão do problema e sugere duas dessas técnicas: o método de Rosen e o de pré-fixação de horários. Segundo Trevelin [34],

“o método de Rosen é um método de partição e de relaxamento das restrições do problema, pois ele particiona as variáveis do modelo em dependentes e independentes. O problema mestre (ou problema reduzido, como é chamado neste método) é construído a partir das variáveis dependentes, o que se constitui numa relação posto que, por serem ignoradas, sua não negatividade não será mais garantida.”

2.1.7 Otimização de Planejamento de Horários por Algoritmos Genéticos

Segundo Veloso [36], o planejamento e a alocação de recursos são problemas de solução difícil com um histórico longo e variado nas áreas da Pesquisa Operacional e Inteligência Artificial. Tais problemas precisam, em geral, ser atacados através de uma combinação de técnicas de busca e heurísticas, o que torna as soluções específicas para os problemas em questão.

O planejamento é difícil por duas razões: primeiro, é um problema computacionalmente complexo, descrito em termos da ciência da computação como NP-complexo; segundo, problemas de planejamento são frequentemente complicados pelos detalhes e restrições associados às tarefas e recursos.

O problema específico tratado é o da alocação de salas de aula para turmas em seus respectivos horários, inspirado no problema real da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio.

A PUC dispõe de, aproximadamente, 90 salas de aula, de diversos tamanhos e disponibilidades horárias e, a cada semestre letivo, precisa alocar salas para cerca de 1500 turmas de vários cursos, com horários e tamanhos diversos. A falta de flexibilidade dos horários das turmas, somada a uma concentração da demanda de salas de aula em determinados horários e o número crescente de alunos, tornam o planejamento difícil. Comumente, diversas turmas são canceladas e há uma demanda reprimida de espaço físico.

Veloso, no seu trabalho descreve a aplicação de algoritmos genéticos na busca de uma solução ótima para o problema, ou seja, a solução que melhor atende a demanda de salas de aula. Nesta solução o tratamento das especificidades do problema é realizado separadamente, através de um módulo denominado “construtor de horários”. Desta forma, há uma maior flexibilidade para adaptar as técnicas de algoritmos genéticos às restrições específicas do problema.

Capítulo III

3. MODELO PROPOSTO

3.1 Introdução

Uma vez analisados os métodos de otimização existentes, levando em consideração as características do problema de horários de aula, optou-se por desenvolver um modelo com base em algoritmos genéticos. O problema é reduzido a evolução de cromossomos, recorrendo-se a técnicas heurísticas para encontrar a solução ótima.

A escolha de algoritmos genéticos se deve ao fato de que a abordagem baseada em grafos torna-se inviável pelo grande número de vértices e arestas necessário para representar o problema por completo. A abordagem de *simulated annealing* apresenta a desvantagem de ficar presa a mínimos locais, o que torna inviável sua aplicação no modelo estudado, pela quantidade de possíveis soluções. A técnica de *tabu search* é descartada pelo mesmo motivo. A abordagem de programação linear apresenta um crescimento exponencial em função do número de disciplinas. Como o modelo leva em conta muitas disciplinas, e ainda com o agravante de considerar diversos *campi*, esta abordagem também torna-se inviável.

Algumas das vantagens de se utilizar algoritmos genéticos são [15]:

- podem resolver problemas complexos rápida e confiavelmente;
- a construção de algoritmos genéticos e modelos existentes é geralmente simples;

- são extensíveis;
- são fáceis de combinar com outros métodos.

Algoritmos genéticos são versáteis e requerem pouco conhecimento sobre a função a ser otimizada. Em geral, algoritmos genéticos rapidamente descobrem sub-regiões de alta qualidade em vastos espaços de busca, mas depois demoram a convergir. Para funções desconhecidas, descontínuas e não diferenciáveis, algoritmos genéticos estão entre os mais indicados.

3.2 Algoritmos Genéticos

3.2.1 Definição

A primeira referência a algoritmos genéticos foi na dissertação de John Holland, "*Adaptação em Sistemas Naturais e Artificiais*", de 1975. Logo após, outros artigos e dissertações consolidaram e validaram a técnica. Atualmente, é vista como uma abordagem válida para problemas que requerem uma busca eficiente.

Goldberg [15] define algoritmo genético como:

"...um algoritmo de procura baseado nos mecanismos de seleção natural e genética natural. Ele combina a sobrevivência feita por uma função de avaliação entre uma cadeia de caracteres com uma estrutura de informações mudadas aleatoriamente, para formar um algoritmo de procura com algum talento inovador, o mesmo de uma procura de um ser humano. Em toda geração, um novo conjunto de criaturas artificiais(cadeia de caracteres) é criado usando bits e pedaços do teste de avaliação da geração anterior; ocasionalmente uma parte nova é testada. Enquanto aleatório, algoritmos genéticos não são nenhum passeio simples sem destino. A procura mais eficiente das informações anteriores para especular os pontos da nova procura resultam e um aumento na sua performance."

Já Tanomaru [31] define algoritmos genéticos como sendo:

"...métodos computacionais de busca baseados nos mecanismos de evolução natural e na genética. Em algoritmos genéticos, uma população de possíveis soluções para o problema em questão evolui de

acordo com operadores probabilísticos concebidos a partir de metáforas biológicas, de modo que há uma tendência de que, na média, os indivíduos representem soluções cada vez melhores à medida que o processo evolutivo contínua.”

3.2.2 Características Primárias

De um modo geral, os algoritmos genéticos têm as seguintes características:

- operam numa população (conjunto) de pontos, e não a partir de um ponto isolado;
- operam num espaço de soluções codificadas, e não no espaço de busca diretamente;
- necessitam somente de informação sobre o valor de uma função objetivo para cada membro da população, e não requerem derivadas ou qualquer outro tipo de conhecimento;
- usam transições probabilísticas, e não regras determinísticas;

3.2.3 Representação Cromossômica

O primeiro passo para aplicação de algoritmos genéticos num problema qualquer é representar cada possível solução x no espaço de busca como uma seqüência de símbolos s gerados a partir de um dado alfabeto finito A . No caso mais simples, é utilizado o alfabeto binário $A = \{0,1\}$, mas tanto o método de representação quanto o alfabeto genético podem variar de problema a problema.

Usando algumas das metáforas extremamente simplistas, mas empregadas pelos teóricos e praticantes de algoritmos genéticos com frequência, cada seqüência s corresponde a um cromossomo, e cada elemento de s é equivalente a um gene. Como cada gene pode assumir qualquer valor do alfabeto A , cada elemento de A é equivalente a um alelo, ou seja, um valor possível para um dado gene.

Segundo Goldberg [15], a posição de um gene num cromossomo, ou seja, o índice dentro da seqüência, corresponde a um *locus gênico*.

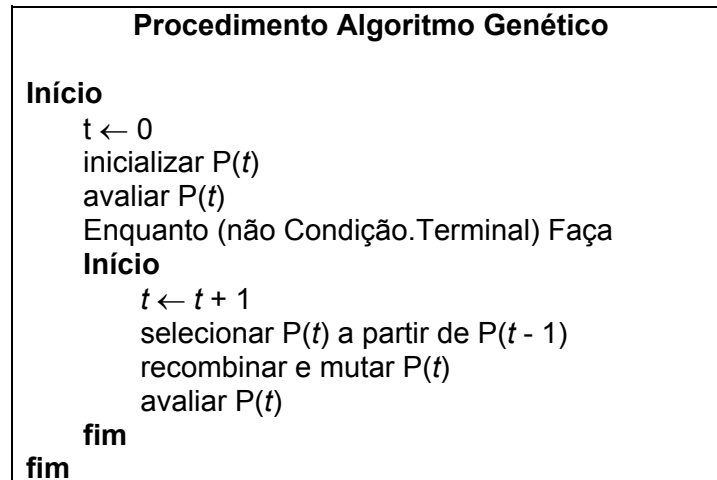
Além disso, na maior parte dos algoritmos genéticos assume-se que cada indivíduo é constituído de um único cromossomo, razão pela qual é comum usar os termos *indivíduo* e *cromossomo* indistintamente em trabalhos científicos e livros textos. A grande maioria dos algoritmos genéticos propostos na literatura usam uma população de número fixo de indivíduos, com cromossomos também de tamanho constante.

3.2.4 Fluxo Básico

Tendo definido a representação cromossômica para o problema, gera-se um conjunto de possíveis soluções, chamadas de *soluções candidatas*. Um conjunto de soluções codificadas de acordo com a representação selecionada corresponde a uma população de indivíduos, $P(0)$. Algoritmos genéticos são algoritmos iterativos, e a cada iteração a população é modificada.

Cada iteração de um algoritmo genético é denominada uma *geração*, embora nem todos os indivíduos de uma população sejam necessariamente “filhos” de indivíduos da população na iteração anterior. Denotando cada geração por um índice t , o fluxo geral de um algoritmo genético é representado por uma seqüência $(0, 1, \dots, t-1, t, t+1, \dots)$. O fluxo básico de um algoritmo genético simples com três operadores: seleção, recombinação e mutação é ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Fluxo básico de uma algoritmo genético.



3.2.5 Inicialização

Na maioria das aplicações, a população inicial de N indivíduos é gerada aleatoriamente ou através de algum processo heurístico.

Como no caso biológico, não há evolução sem diversidade. Ou seja, a teoria da seleção natural ou “lei do mais forte” necessita de que os indivíduos tenham diferentes graus de adaptação ao ambiente em que vivem. É importante que a população inicial cubra a maior área possível do espaço de busca, com um maior número de soluções, sem se interessar se são válidas ou não.

3.2.6 Avaliação e Adequabilidade

Algoritmos genéticos necessitam do valor de uma função objetivo para cada membro da população, que deve ser um valor não-negativo. Nos casos mais simples, é utilizado justamente o valor da função que se quer maximizar. A função objetivo dá, para cada indivíduo, uma medida de quão bem adaptado ao ambiente ele está, ou seja, quanto maior o valor da função objetivo, maiores são as chances do indivíduo sobreviver no ambiente e reproduzir-se, passando parte de seu material genético às gerações posteriores.

A avaliação de cada indivíduo resulta num valor que, em inglês, é denominado “*fitness*”. Na falta de tradução melhor, o termo adequabilidade será empregado neste trabalho.

3.2.7 Operadores Genéticos

3.2.7.1 Seleção

O mecanismo de seleção em algoritmos genéticos emula os processos de reprodução assexuada e seleção natural. Em geral, gera-se uma população temporária de N indivíduos extraídos com probabilidade proporcional à adequabilidade relativa de cada indivíduo na população, ou seja, a probabilidade de seleção de um cromossomo s é dada por:

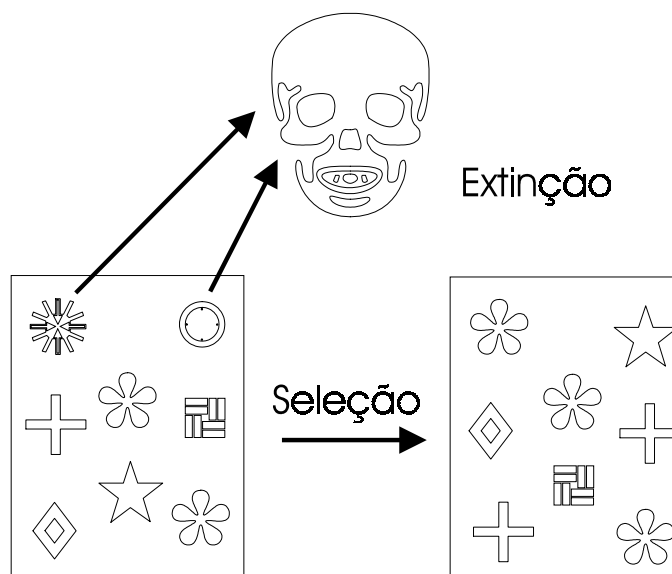
$$P_{sel} = \frac{a(s)}{\sum_{i=1}^N a(s_i)}$$

onde $a(.)$ é a função de adequabilidade.

Usando a probabilidade acima, selecionam-se N indivíduos. Neste processo, indivíduos com baixa adequabilidade terão alta probabilidade de desaparecerem da população, ou seja, serem extintos. Já os indivíduos mais adequados terão grandes chances de sobreviverem.

A Figura 8 representa o processo de seleção para uma população de 8 indivíduos, resultando na extinção de 2 deles. Neste processo, indivíduos de alta adequabilidade têm alta probabilidade de receber cópias. O processo de seleção utiliza uma roleta convencional para selecionar os indivíduos a serem reproduzidos ou sofrerem mutação.

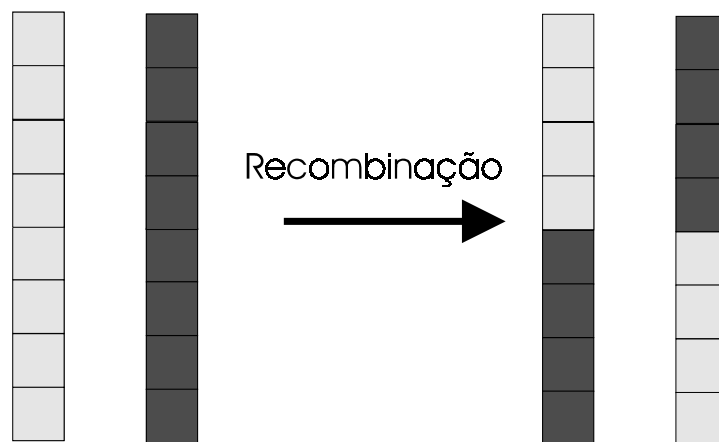
Figura 8 - Processo de Seleção.



3.2.7.2 Recombinação

O processo de recombinação é um processo sexuado - ou seja, envolve mais de um indivíduo - que emula o fenômeno de "*crossover*", ou seja, a troca de fragmentos entre pares de cromossomos. Na forma mais simples, trata-se um processo aleatório que ocorre com probabilidade fixa p_{rec} , que deve ser especificada pelo usuário. O processo de recombinação é ilustrado conceitualmente na Figura 9.

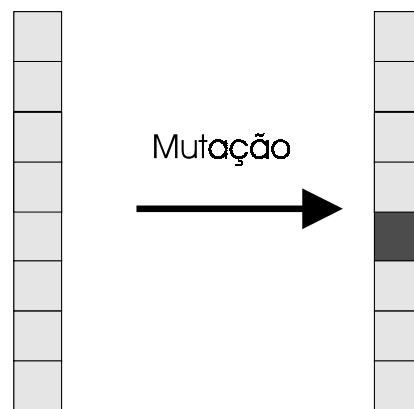
Figura 9 - Processo de recombinação com um ponto de corte.



3.2.7.3 Mutação

O processo de mutação em algoritmos genéticos é equivalente à busca aleatória. Basicamente, seleciona-se uma posição num cromossomo e muda-se o valor do gene correspondente aleatoriamente para um outro alelo possível. O processo é geralmente controlado por um parâmetro fixo p_{mut} , que indica a probabilidade de um gene sofrer mutação. O processo é ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Processo de mutação.



3.2.7.4 Elitismo

Elitismo é um processo que garante que o certo percentual dos melhores indivíduos de uma população não seja perdida. Desta forma os melhores indivíduos de uma população são reproduzidos na população seguinte.

3.2.8 Condições de Término

Como algoritmos genéticos tratam de problemas de otimização, o ideal seria que o algoritmo terminasse assim que uma boa solução fosse descoberta. Já no caso de funções multimodais, um ponto ótimo pode ser o suficiente, mas pode haver situação onde todos ou o maior número possível de pontos ótimos sejam desejados.

Na maioria dos casos de interesse, não se pode afirmar com certeza se uma dada solução corresponde a um ótimo global. Como consequência, normalmente é utilizado o critério do número máximo de gerações ou um tempo limite de processamento para parar um algoritmo genético. Outro critério plausível é parar o algoritmo usando a idéia de estagnação, ou seja, quando não se observa melhoria da população depois várias gerações consecutivas.

3.2.9 Outros Operadores de Cruzamento

Goldberg [15], descreve alguns operadores que combinam características de inversão e cruzamento em um operador. Quando derivados independentemente, estes operadores são similares. Ele descreve três operadores:

- Cruzamento Emparelhado Parcialmente (PMX – Partially Matched Crossover),
- Cruzamento de Ordem (OX – Order Crossover), e
- Cruzamento de Ciclo (CX).

O operador PMX surgiu em consideração aos modos de tentar resolver o problema do caixeiro viajante cego. No problema do caixeiro viajante, um vendedor hipotético deve fazer uma viagem em um dado conjunto de cidades em uma ordem que minimiza a distância total viajada. No problema do caixeiro viajante cego, o vendedor tem o mesmo objetivo com a adição da restrição de que ele é desavisado da distância que ele viajou até uma cidade. O problema do caixeiro viajante cego é bastante difícil (ele é um membro de uma classe de problemas que acreditou-se sem solução em tempo polinomial) sem imposição de restrições de cegueira. Por exemplo, em um problema de oito cidades onde cada cidade é visitada em ordem ascendente, a viagem pode ser representada como segue:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

A representação da permuta das cidades visitadas em ordem reversa pode ser representada como a seguinte ordem:

8	7	6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Baseado no problema do exemplo anterior, será aplicado neste esquema o operador de cruzamento em uma posição aleatória (por exemplo, na posição 3). O operador cruzamento necessita de dois indivíduos, no caso

duas rotas de cidades podendo ou não serem iguais. Neste caso são escolhidas duas rotas diferentes, para melhor exemplificar o problema que ocorre. No exemplo abaixo é possível ver que na primeira e segunda representação aparecem todas as cidades a serem arranjadas em uma rota, mas nos filhos do cruzamento não.

1	2	3		4	5	6	7	8	A
8	7	6		5	4	3	2	1	B
8	7	6		4	5	6	7	8	A'
1	2	3		5	4	3	2	1	B'

Como pode ser observado, no A' faltam as cidades 1, 2 e 3 e no B' falta 4, 5, 6 e 7 para preencher as rotas a serem visitadas em cada um dos filhos. Neste caso o cruzamento causa perda de informação genética.

No operador PMX, duas representações são alinhadas, e dois locais de cruzamento são selecionados aleatoriamente ao longo das representações. Estes dois pontos definem a seção de troca que é usada para efetuar uma operação de troca posição por posição.

5	2		8	3	7		6	4	1	A
4	3		1	2	6		8	5	7	B

O operador PMX procede pela troca de posição. Primeiro mapeando a representação A para B, o 8 e 1, o 3 e 2, 7 e 6 trocam de lugar. Igualmente mapeando a representação B para A, o 8 e 1, o 3 e 2, 7 e 6 trocam de lugares. Com o PMX tem-se dois descendentes A' e B':

5	3		1	2	6		7	4	8	A'
4	2		8	3	7		1	5	6	B'

onde cada representação contém as informações ordenadas parcialmente determinadas por cada um de seus pais.

Operadores similares ao PMX foram desenvolvidos e aplicados na representação com problemas de troca. Será examinado o mecanismo de dois destes operadores: cruzamento de ordem (OX) e cruzamento de ciclo (CX).

O operador cruzamento de ordem começa de uma maneira similar ao PMX. Iniciando com o exemplo de representação A e B usado para ilustrar o PMX, será selecionada uma seção de troca (para comparar, foi escolhida seção de troca do exemplo do PMX)

5	2		8	3	7		6	4	1	A
4	3		1	2	6		8	5	7	B

Como no PMX, cada representação mapeada constitui uma seção de troca com seu companheiro. Ao invés de usar a troca ponto por ponto para efetuar o mapeamento, como faz o PMX, o cruzamento de ordem usam deslocamento para preencher os buracos da esquerda transferindo as posições mapeadas para a seção de troca. Por exemplo quando é mapeada a representação de B para A, as cidades 8, 3 e 7 serão removidas (marcadas por um X), com a representação:

4	X		1	2	6		X	5	X	B
---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	----------

Estes buracos serão preenchidos com os valores a partir do segundo local de troca.

1	2		X	X	X		5	4	6	B
---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	----------

Os buracos são então preenchidos com as cidades da seção de troca do companheiro. Executando esta operação e completando o cruzamento complementar, é obtida a descendência A' e B', como segue:

8	3		1	2	6		4	5	7	A'
---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	-----------

1	2		8	3	7		5	4	6	B'
---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	-----------

Embora PMX e OX serem similares, eles processam diferentes tipos de representação. PMX tende a respeitar a posição absoluta das cidades, considerando que OX tende a respeitar a posição relativa das cidades.

O operador cruzamento de ciclo é uma troca de diferentes cores. O cruzamento de ciclo executa uma recombinação com a restrição de que cada nome de cidade vem de um pai ou de outro. Para ilustrar o funcionamento do operador, serão usadas as rotas C e D a seguir:

8	4	1	2	7	3	5	6	C
---	---	---	---	---	---	---	---	----------

1	2	3	4	5	6	7	8	D
---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Ao invés de escolher um ponto de corte, iniciando-se a partir da esquerda, é escolhida uma cidade do primeiro pai:

8	-	-	-	-	-	-	-	C'
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

Uma vez que é necessário levar toda as cidade de um dos pais, a escolha da cidade 8 da representação C implica que a próxima cidade escolhida deve ser a 1, por causa do 1 na posição da representação D.

8	-	1	-	-	-	-	-	C'
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

Esta seleção requer, em troca, que seja selecionada a cidade 3 da representação C. Este processo continua até ser encontrado o primeiro indivíduo selecionado:

8	-	1	-	-	3	-	6	C'
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

A seleção da cidade 6 implica na escolha da cidade 8, porém isto não é possível, já que a cidade 8 foi a primeira escolhida. Este retorno para a cidade

de origem, completando um ciclo, dá origem ao nome do operador. Após a conclusão do primeiro ciclo, as cidades restantes serão preenchidas a partir da outra representação. Completando o exemplo e executando o cruzamento a partir de ambos os pais, são encontrados os seguintes filhos:

8	2	1	4	5	3	7	6	C'
1	4	3	2	7	6	5	8	D'

Estes operadores são importantes para fazer com que informações dos indivíduos não se percam nos cruzamentos.

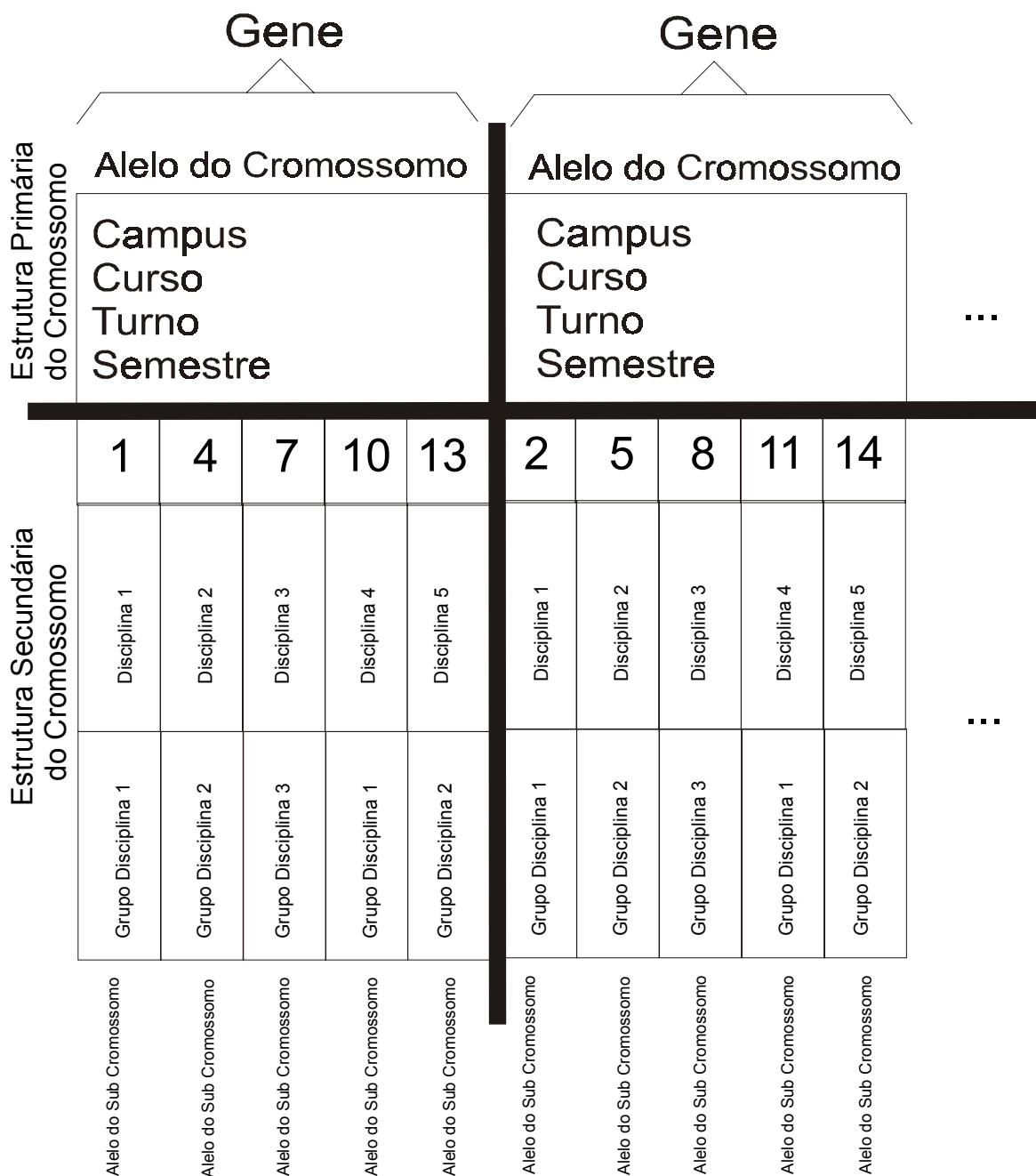
3.3 Descrição do Modelo

3.3.1 Definição do cromossomo

No modelo proposto, um cromossomo é composto por uma lista de horários, sendo que o gene é um par de estruturas primária e secundária (Figura 11). A estrutura primária contém as informações relativas ao campus, curso, semestre e turno. A lista de horários para as disciplinas forma a estrutura secundária do gene. Mais detalhadamente, a estrutura secundária do gene será formada por horários específicos e um par que identifica a disciplina e seu grupo.

Na Figura 11, a primeira linha representa os cursos por semestre, turno e campus. A segunda linha representa o *código* do horário da semana, a terceira representa a *disciplina* para aquele horário e a quarta o *grupo da disciplina*.

Figura 11 - Representação do Cromossomo.



O cromossomo completo é o conjunto de turmas do universo do problema. A estrutura secundária do gene representa os horários do curso que preenchem o currículo do curso e do semestre.

Os horários foram codificados e divididos em turnos, e podem ser agrupados de acordo com a necessidade do curso, que pode ser, por exemplo, matutino, vespertino, noturno ou integral(matutino e vespertino).

Um exemplo da codificação dos horários é o caso em que as 4 aulas de uma disciplina são lecionadas consecutivamente. Neste caso os horários podem ser agrupados conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 - Codificação dos Horários.

Turno	Aulas	Segunda feira	Terça feira	Quarta feira	Quinta feira	Sexta feira	Sábado
Matutino	1-4	1	4	7	10	13	16
Vespertino	1-4	2	5	8	11	14	17
Noturno	1-4	3	6	9	12	15	X

Desta forma, um exemplo da distribuição dos horários consecutivos nos turnos é:

- Turno Matutino = 1, 4, 7, 10, 13, 16.
- Turno Vespertino = 2, 5, 8, 11, 14, 17.
- Turno Noturno = 3, 6, 9, 12, 15.
- Turno Integral (Matutino e Vespertino) = 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14.
- Turno Integral (Vespertino e Noturno) = 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15.

Não haverá distribuição entre os turnos matutino e noturno.

No entanto, podem existir algumas disciplinas que têm suas 4 aulas lecionadas não consecutivamente. Por exemplo, uma disciplina pode ter 2 aulas em um dia da semana e as aulas restantes em outro dia. A codificação para os horários da Figura 12 deverá então ser dividida conforme indica a Figura 13.

Figura 13 - Codificação dos Horários divididos.

Turno	Aulas	Segunda feira	Terça feira	Quarta feira	Quinta feira	Sexta feira	Sábado
Matutino	1-2	101	107	113	119	125	131
Matutino	3-4	102	108	114	120	126	132
Vespertino	1-2	103	109	115	121	127	133
Vespertino	3-4	104	110	116	122	128	134
Noturno	1-2	105	111	117	123	129	135
Noturno	3-4	106	112	118	124	130	X

Neste caso, um exemplo da distribuição dos horários divididos nos turnos é:

- Turno Matutino = 101, 102, 107, 108, 113, 114, 119, 120, 125, 126, 131, 132.
- Turno Vespertino = 103, 104, 109, 110, 115, 116, 121, 122, 127, 128, 133, 134.
- Turno Noturno = 105, 106, 111, 112, 117, 118, 123, 124, 129, 130, 135.
- Turno Integral (Matutino e Vespertino) = 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 128.
- Turno Integral (Vespertino e Noturno) = 103, 104, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130.

3.3.2 Geração da População Inicial

Para a geração da população inicial, em primeiro lugar foram usados dados de arquivos previamente cadastrados dos cursos, disciplinas e professores. A geração é aleatória e população inicial poderá está ser uma solução. A população inicial possui 9 genes na estrutura primária do cromossomo e 80 na estrutura secundária.

Na criação de uma população, são usados todos os cursos oferecidos em um campus e turno para formar o cromossomo. Portanto, considerando uma instituição com 3 cursos oferecidos, sendo que cada um possui 10 semestres em 3 turnos diferentes, criar-se-á uma gene com 90 alelos na estrutura primária. Se cada curso oferecer 5 disciplinas por semestre, são

necessários 5 alelos na estrutura secundária do gene, para cada alelo na estrutura primária. Assim, tem-se um total de 450 alelos secundários para este exemplo.

No processo de geração da população, cada alelo do cromossomo representa um semestre de um curso em um determinado turno. Na estrutura secundária do alelo são representadas as disciplinas oferecidas para o semestre deste curso, independente do horário.

3.3.3 Seleção

Para garantir a qualidade da população da nova geração, é aplicado um algoritmo de elitismo sobre os indivíduos da geração atual, através de um percentual pré-determinado. Sobre o restante dos indivíduos, é feita uma seleção utilizando-se a roleta convencional, até preencher todo o cromossomo. Roleta convencional é um método para selecionar indivíduos aleatoriamente de um conjunto.

O gerador de números aleatórios é inicializado a partir de duas sementes, que são o minuto e o segundo do tempo marcado no relógio do computador em um determinado instante.

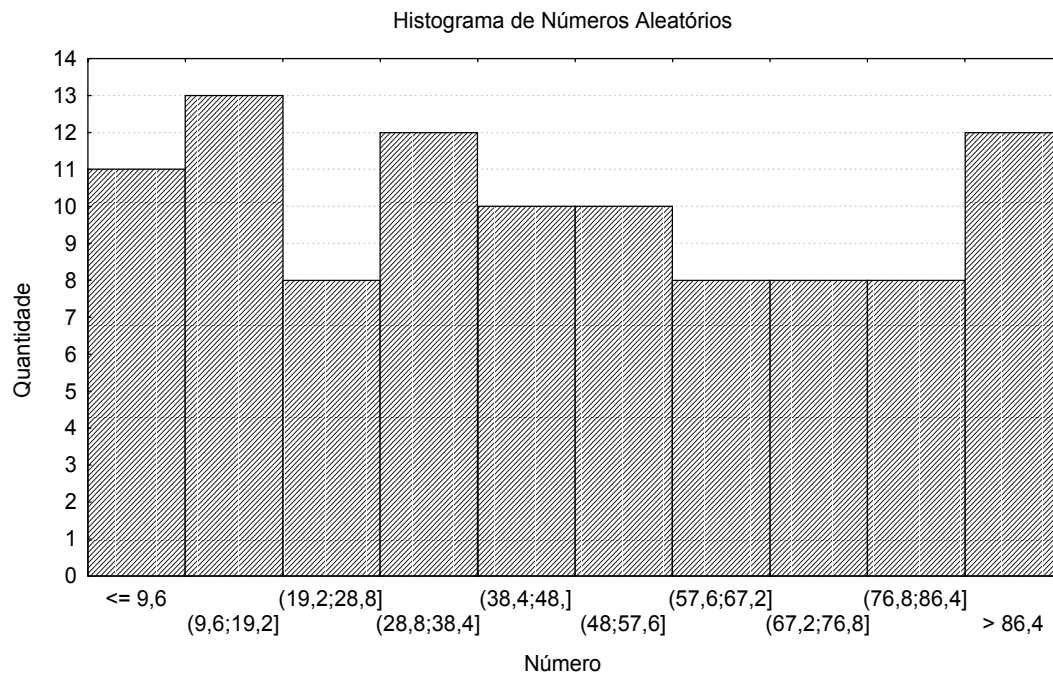
No sorteio do número um valor máximo deve ser especificado para definir o intervalo de valores possíveis para a roleta, tendo o zero como limite inferior.

Para verificar a homogeneidade dos números gerados pela roleta, foram realizados alguns testes(Figura 14), utilizando-se os seguintes parâmetros:

- Semente 1: 1
- Semente 2: 2
- Freqüência de distribuição: 10
- Intervalo de valores a serem sorteados: 0 à 100.

- Quantidade de Números: 100.

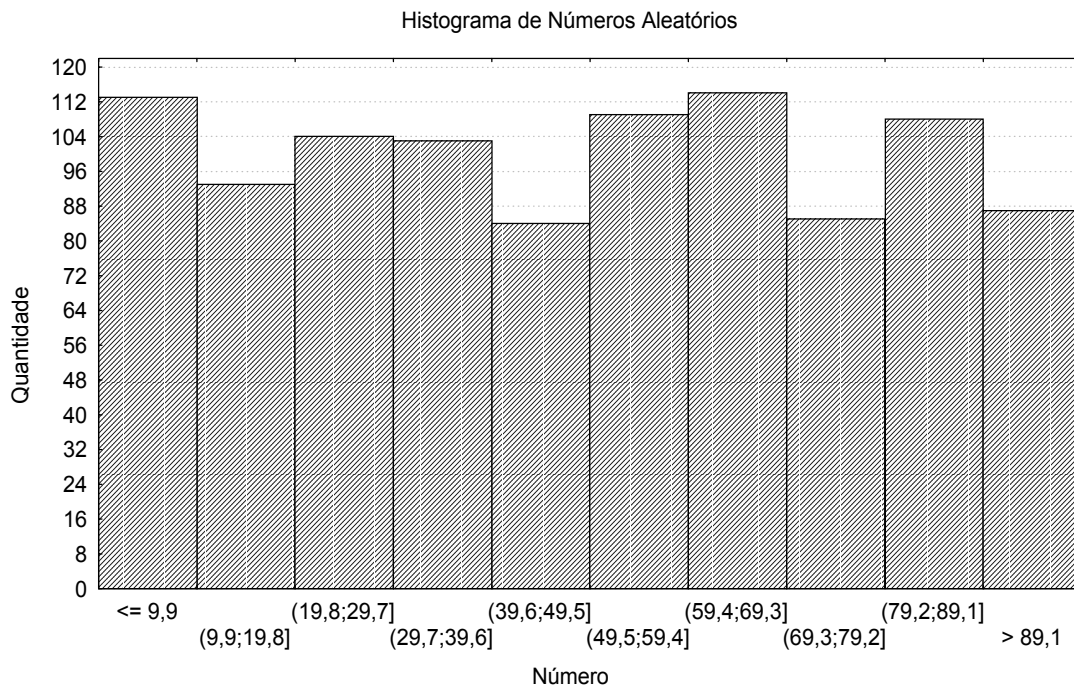
Figura 14 - Histograma de 100 Números.



Além de realizar testes com 100 números foram realizados testes (Figura 15) com 1000 números com os seguintes parâmetros:

- Semente 1: 1
- Semente 2: 2
- Freqüência de distribuição: 10
- Intervalo de valores a serem sorteados: 0 à 100.
- Quantidade de Números: 1000.

Figura 15 - Histograma de 1000 Números



A partir dos histogramas (Figura 14, Figura 15), é possível verificar que a roleta é homogênea no seu processo de sorteio de números, mostrando-se confiável.

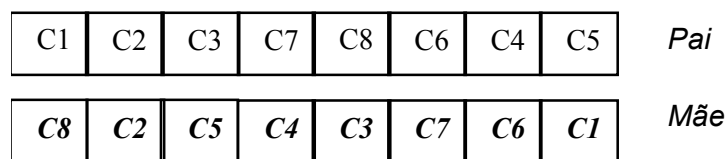
3.3.4 Cruzamento

O algoritmo de cruzamento é realizado independentemente nas estruturas primária e secundária do cromossomo, de modo a manter a consistência nas turmas futuras. A herança de um gene da mãe em um cromossomo, implica na troca, no cromossomo do pai, do gene da posição correspondente ao herdado pelo gene igual ao que acaba de ser herdado. Este cruzamento é semelhante ao de cruzamento de ciclo de Goldberg[15]. Entretanto, ao invés de ser aplicado sobre todo o cromossomo, um ponto de corte é selecionado aleatoriamente e o ciclo só é realizado com uma parte do cromossomo.

3.3.4.1 Cruzamento da Estrutura Primária

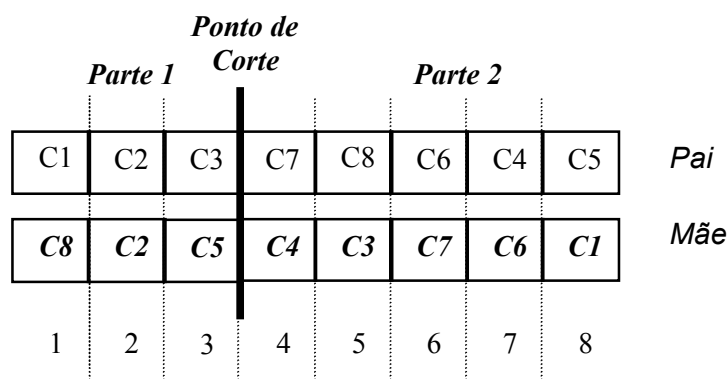
Para exemplificar a utilização do operador de cruzamento, considere o cromossomo descrito na Figura 16, onde C1 representa o curso 1, C2 o curso 2, e assim por diante.

Figura 16 - Cruzamento da Estrutura Primária.



Uma posição é selecionada aleatoriamente como ponto de corte, dividindo o cromossomo pai e mãe em duas partes (Figura 17). Neste caso a posição será a 3:

Figura 17 - Seleção do Ponto de Corte para o Cruzamento.



O cruzamento é iniciando pela parte 1 do cromossomo mãe. O gene C8 é colocado na posição 1 do cromossomo filho. Em seguida, no cromossomo pai o alelo C8 (que já foi herdado) é trocado com o alelo C1 (que está na posição já preenchida no filho). A nova constituição dos cromossomos pode ser vista na Figura 18.

Figura 18 - Troca de Informações no Locus Gênico 1.

		<i>Parte 1</i>		<i>Ponto de Corte</i>	<i>Parte 2</i>					
		C1	C2	C3	C7	<u>C1</u>	C6	C4	C5	<i>Pai</i>
		C8	C2	C5	C4	C3	C7	C6	C1	<i>Mãe</i>
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		C8								<i>Filho</i>

Para a completar a posição 2 do cromossomo filho, é utilizado alelo C2 do cromossomo mãe. Novamente, no cromossomo pai, o alelo C2 é trocado pelo alelo da posição 2 (Figura 19). Por acaso, o alelo C2 do cromossomo mãe está na mesma posição no cromossomo pai.

Figura 19 - Troca de Informações no Locus Gênico 2.

		<i>Parte 1</i>		<i>Ponto de Corte</i>	<i>Parte 2</i>					
		C1	<u>C2</u>	C3	C7	<u>C1</u>	C6	C4	C5	<i>Pai</i>
		C8	C2	C5	C4	C3	C7	C6	C1	<i>Mãe</i>
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		C8	C2							<i>Filho</i>

O mesmo processo será realizado para a posição 3 do cromossomo filho. O alelo C5, é herdado do cromossomo mãe, e no cromossomo pai o alelo C5 é substituído pelo alelo da posição 3 (Figura 20).

Figura 20 - Troca de Informações no Locus Gênico 3.

		<i>Ponto de Corte</i>								
		<i>Parte 1</i>			<i>Parte 2</i>					
		C1	<u>C2</u>	C3	C7	<u>C1</u>	C6	C4	<u>C3</u>	<i>Pai</i>
		<i>C8</i>	<i>C2</i>	<i>C5</i>	<i>C4</i>	<i>C3</i>	<i>C7</i>	<i>C6</i>	<i>C1</i>	<i>Mãe</i>
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		<i>C8</i>	<i>C2</i>	<i>C5</i>						<i>Filho</i>

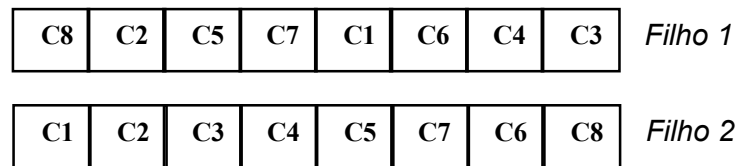
Após realizar as trocas até o ponto de corte definido, o preenchimento da Segunda parte do cromossomo filho é feita com a Segunda parte do cromossomo pai, sem ocorrer mais nenhuma troca (Figura 21).

Figura 21 - Complementação do Cromossomo Filho.

		<i>Ponto de Corte</i>								
		<i>Parte 1</i>			<i>Parte 2</i>					
		C1	<u>C2</u>	C3	C7	<u>C1</u>	C6	C4	<u>C3</u>	<i>Pai</i>
		<i>C8</i>	<i>C2</i>	<i>C5</i>	<i>C4</i>	<i>C3</i>	<i>C7</i>	<i>C6</i>	<i>C1</i>	<i>Mãe</i>
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		<i>C8</i>	<i>C2</i>	<i>C5</i>	<i>C7</i>	<i>C1</i>	<i>C6</i>	<i>C4</i>	<i>C3</i>	<i>Filho</i>

O processo de geração é repetido, com a inversão dos cromossomos pai e mãe, de forma a gerar um segundo filho. O resultado de cruzamento são dois filhos, como mostra a Figura 22. Isto é necessário para manter a população. Como o cruzamento entre dois indivíduos gera dois filhos, a nova geração terá o mesmo número de indivíduos da população anterior.

Figura 22 - Filhos do Cruzamento da Estrutura Primária do Gene.

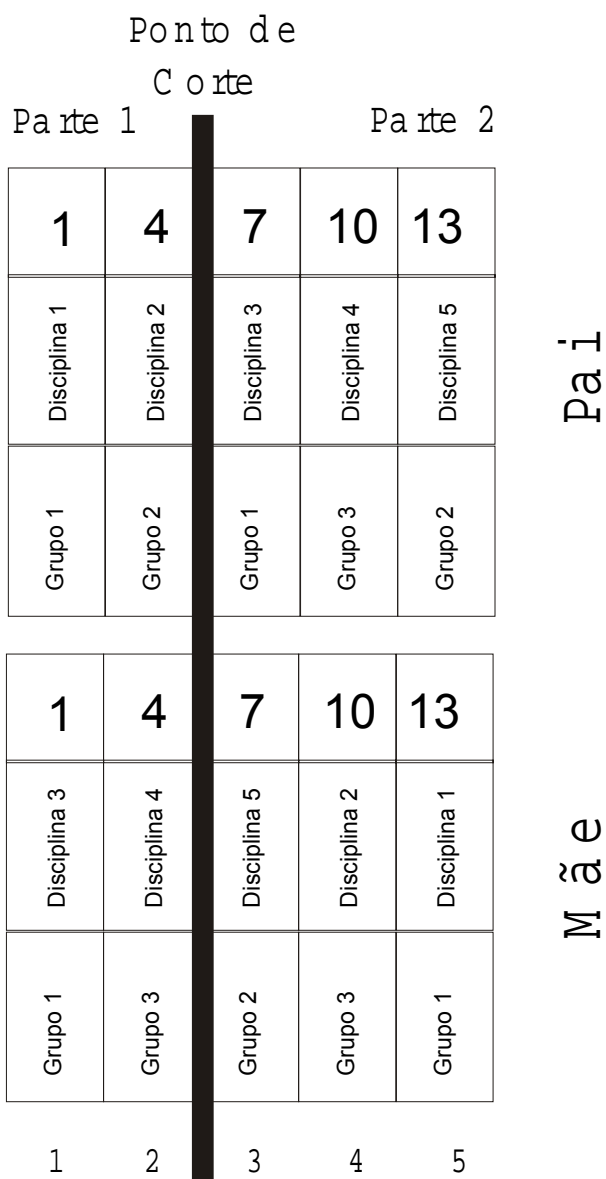


A operação de cruzamento da estrutura primária, ocorre sob as restrições de população e com uma probabilidade, definida pelo usuário.

3.3.4.2 Cruzamento da Estrutura Secundária

O mesmo método de cruzamento aplicado na estrutura primária também será aplicado na estrutura secundária do gene (Figura 23), que contém as informações sobre as disciplinas do currículo relacionadas à turma do cromossomo.

Figura 23- Cruzamento da Estrutura Secundária.



Pode-se notar que os genes 1 e 2 não se encontram na segunda parte do cromossomo pai. Com a utilização do cruzamento não há perda de informação no cromossomo, mantendo-se todas as disciplinas desta turma (Figura 24).

Figura 24 - Filhos do Cruzamento da Estrutura Secundária.

	1	4	7	10	13	
	Disciplina 3	Disciplina 4	Disciplina 1	Disciplina 2	Disciplina 5	
	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 2	
	1	4	7	10	13	
	Disciplina 1	Disciplina 2	Disciplina 5	Disciplina 4	Disciplina 3	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	
1	2	3	4	5		

Filho 1

Filho 2

A operação de cruzamento da estrutura secundária do gene ocorre sob as restrições de população com probabilidade, também definida pelo usuário.

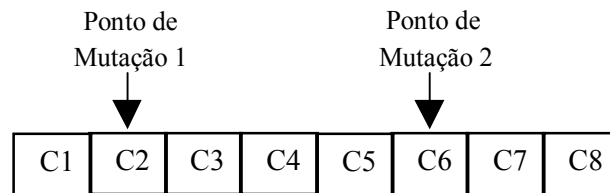
3.3.5 Mutação

O operador de mutação será aplicado sobre o cromossomo e a estrutura secundária do gene. A razão para tal é que poderão ocorrer locais do cromossomo que não sofrem alterações ou mantêm a ordem da seqüência da geração inicial.

3.3.5.1 Mutação da Estrutura Primária do Gene

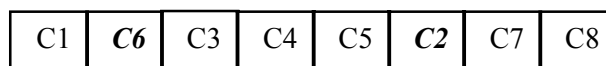
Para ilustrar a aplicação do operador de mutação na estrutura primária do cromossomo, será estudado o cromossomo representado na Figura 25.

Figura 25 - Pontos de Mutação da Estrutura Primária.



Após sortear dois pontos para fazer a mutação, os valores dos genes são trocados. Neste exemplo foram sorteadas as posições 2 e 6. Como resultado da mutação da estrutura primária é gerado um novo cromossomo, representado na Figura 26.

Figura 26 - Resultado da Mutação na Estrutura Primária.



Este operador não perde informações porque há somente uma troca das posições dos genes, sem alteração dos seus conteúdos.

A operação de mutação da estrutura primária do gene, de forma semelhante ao cruzamento, é aplicada sobre os horários de uma turma com probabilidade, definido pelo usuário.

3.3.5.2 Mutação da Estrutura Secundária

A muta o da estrutura secundária   igual   da estrutura primária. Como demonstrado na Figura 27 e na Figura 28, duas disciplinas são escolhidas aleatoriamente e seus horários são trocados.

Figura 27 - Muta o da Estrutura Secundária.

	Ponto Muta�o		Ponto Muta�o		
	↓		↓		
	1	4	7	10	13
	Disciplina 3	Disciplina 4	Disciplina 1	Disciplina 2	Disciplina 5
	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 2
	1	2	3	4	5

Da mesma forma que na estrutura primária, a utiliza o deste operador não leva   perda de informa es.

Figura 28 - Resultado da Mutação na Estrutura Secundária.

1	4	7	10	13
<i>Disciplina 2</i>	Disciplina 4	Disciplina 1	<i>Disciplina 3</i>	Disciplina 5
<i>Grupo 3</i>	Grupo 3	Grupo 1	<i>Grupo 1</i>	Grupo 2
1	2	3	4	5

A muta o da estrutura secundária do gene também ocorre em fun o de uma probabilidade, definida pelo usuário.

3.3.6 *Elitismo*

Para garantir que os melhores indivíduos nunca seja perdido, um certo percentual destes indivíduos, definido pela fun o de avalia o, sempre   repassado para a popula o seguinte. Porém, apenas o percentual dos melhores indivíduos são os que têm chance de fazê-lo.

3.3.7 *Avalia o do cromossomo*

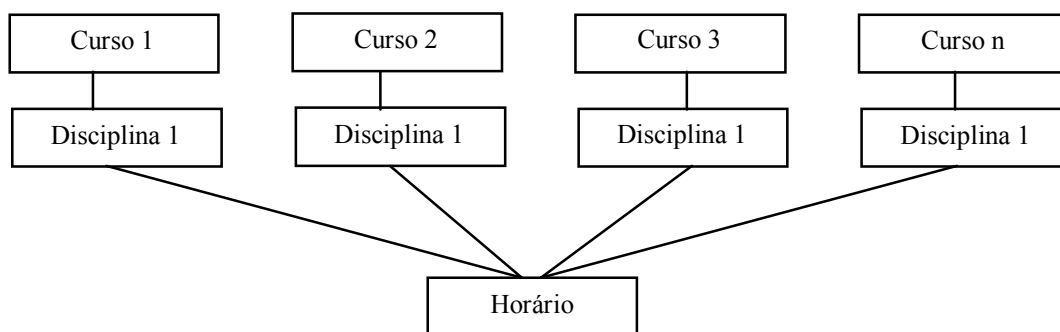
Foi desenvolvida uma forma de avalia o do cromossomo usando 2 critérios, porém outros critérios podem ser adicionados. Os critérios utilizados foram:

3.3.7.1 Choque de Disciplinas

Uma disciplina pode ser oferecida em vários cursos diferentes, e a institui o deseja minimizar a quantidade de professores para esta disciplina

(Figura 29). Então é interessante que a disciplina seja distribuída em horários diferentes, de modo a ser lecionada pelo mesmo professor.

Figura 29 - Choque de Disciplinas.



Para avaliar o cromossomo, é levado em consideração o seguinte: o melhor indivíduo é aquele que tem a menor repetição de uma disciplina para um horário. Para isto é criada uma lista de ocorrências, onde são colocados o horário, a disciplina e a quantidade de ocorrências desta disciplina neste horário.

Para calcular a nota, basta calcular a diferença entre a quantidade de disciplinas do cromossomo e o tamanho da lista de ocorrências. Quanto menor for esta diferença, menor será o número de choques de horário existentes.

Exemplo:

Partindo do seguinte cromossomo:

Disc.1	Disc.4	Disc.3	Disc.2	Disc.4	Disc.5	Disc.4	Disc.3	Disc.4	Disc.2
Horário1	Horário4	Horário3	Horário2	Horário4	Horário5	Horário4	Horário3	Horário4	Horário2

É criada a seguinte lista de ocorrências:

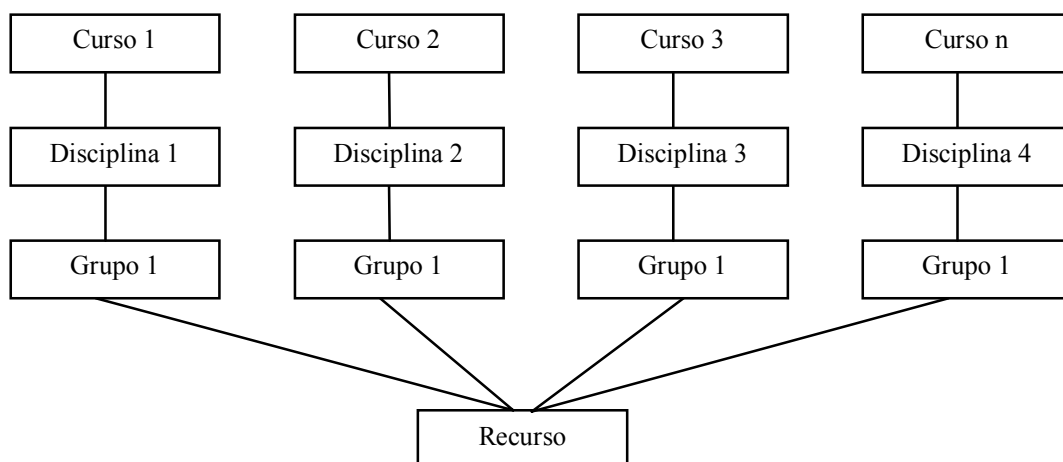
Horário	Horário 1	Horário 2	Horário 3	Horário 4	Horário 5
Disciplina	Disciplina 1	Disciplina 2	Disciplina 3	Disciplina 4	Disciplina 5
Qtde. Ocorrências	1	2	2	4	1

Como o número de disciplinas do cromossomo é 10, e a lista de ocorrências tem 5 elementos, é possível deduzir que há 5 choques de horário. Portanto, a função de avaliação de choques de horários para este cromossomo retorna o valor 5.

3.3.7.2 Choque de Recursos

As disciplinas estão distribuídas por grupos que definem o tipo de disciplina, e suas características em relação a necessidade ou não de um tipo de recurso (Figura 30). No momento da alocação de uma disciplina para um horário, é necessário verificar se já não existe outra do mesmo grupo neste horário, para evitar choques de recursos.

Figura 30 - Choque de Recursos.



Para avaliar o cromossomo, é levado em consideração o seguinte: as disciplinas de um mesmo grupo devem estar em horários diferentes para maximizar a utilização dos recursos. No processo de avaliação, é criada uma lista onde consta horário, o grupo da disciplina e a quantidade de ocorrências desta combinação no cromossomo. A nota é dada somando as ocorrências menos a quantidade de combinações. Quanto menor for este valor, menor será a quantidade de choques de recursos.

Exemplo:

Partindo do seguinte cromossomo:

Disc.1	Disc.2	Disc.3	Disc.4	Disc.5	Disc.6	Disc.7	Disc.8	Disc.9	Disc.10
Grupo 1	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 2	Grupo 5	Grupo 1	Grupo 4	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 2
Horário 1	Horário 3	Horário 4	Horário 2	Horário 5	Horário 1	Horário 4	Horário 3	Horário 4	Horário2

São calculadas as repetições:

Horário	Horário 1	Horário 2	Horário 3	Horário 4	Horário 5
Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Qtde. Ocorrências	1	2	2	4	1

Como o número de disciplinas do cromossomo é 10, e a lista de ocorrências tem 5 elementos, é possível deduzir que há cinco choques de recursos. Portanto, a função de avaliação de choques de recursos para este cromossomo retorna o valor 5.

3.3.8 Avaliação da Melhor Solução

A melhor solução será dada pelo cromossomo que tenha o maior número de restrições respeitadas. Aplicando-se as funções de avaliação de choques de disciplinas e recursos, será a melhor solução o cromossomo que tiver a soma dos resultados mais próxima de zero.

Capítulo IV

4. TESTES E RESULTADOS

Para fazer o ajuste fino dos parâmetros que definem o algoritmo genético foram feitos alguns testes com valores aleatórios. O objetivo é tentar determinar alguns padrões para os parâmetros: tamanho da população, número de gerações, porcentagem de elitizados, porcentagem de cruzamento da estrutura primária e da estrutura secundária do gene, porcentagem de mutação da estrutura primária e da estrutura secundária do gene.

Para a realização dos testes, foram obtidos dados reais do Centro de Ciências Exatas, Agrárias e das Engenharias da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Com sede no município de Tubarão - SC, a UNISUL possui diversos *campus* situados nos municípios de Palhoça, Florianópolis, Araranguá, Laguna, Braço do Norte, Imbituba, Grão-Pará, Garopada e Içara. Distribuídos pelos 8 *campus*, existem aproximadamente 13000 alunos, matriculados em 50 cursos.

Os cursos são oferecidos nos três períodos, isto é, matutino, vespertino e noturno. Existem cursos que podem ocupar mais de um período, são chamados os cursos de turno integral. As aulas são ministradas de segunda a sexta-feira nos três períodos, e sábado nos períodos matutino e vespertino. As aulas são compostas 4 de tempos de 50 minutos, e um intervalo entre o 2^o e 3^o tempo de 20 minutos.

Foram feitos testes com 9 cursos, oferecidos em determinados períodos. A listagem destes cursos e turnos pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Listagem de Cursos

Nome Curso	Turno
Agronomia	Integral(Matutino e Vespertino)
Arquitetura	Integral(Vespertino e Noturno)
Ciências da Computação	Noturno
Ciências da Computação	Vespertino
Ciências da Computação	Matutino
Engenharia Civil	Integral(Matutino e Vespertino)
Engenharia Química	Noturno
Licenciatura em Química	Noturno
Química	Integral(Vespertino e Noturno)

Nos testes foram feitas variações do tamanho da população (Pop), número de gerações (Ger), porcentagem de elitizados (Elit), porcentagem de cruzamento da estrutura primária do gene (CPri.), porcentagem de cruzamento da estrutura secundária do gene (CSec.), porcentagem de mutação da estrutura primária do gene (MPri.), porcentagem de mutação da estrutura secundária do gene (MSec.).

Foram levadas em consideração as seguintes informações: o fitness do maior indivíduo da geração inicial (Máx.0), o fitness do menor indivíduo da geração inicial (Min.0), o fitness do maior indivíduo da geração final(n) (Máx.n), o fitness do menor indivíduo da geração final (Mín.n), a soma do fitness da geração inicial (Fit.0), a soma do fitness da geração final (Fit.n), a diferença entre o Máx.1 e Máx.n (Dmax), a diferença entre Mín.0 e Mín.n (Dmin), valor máximo da geração inicial e a geração final (Máx) e a do valor mínimo (Mín), a diferença entre média do fitness da geração 0 e a média do fitness da geração n (Mfit) e o tempo gasto para se chegar da geração inicial até a geração final (Tempo).

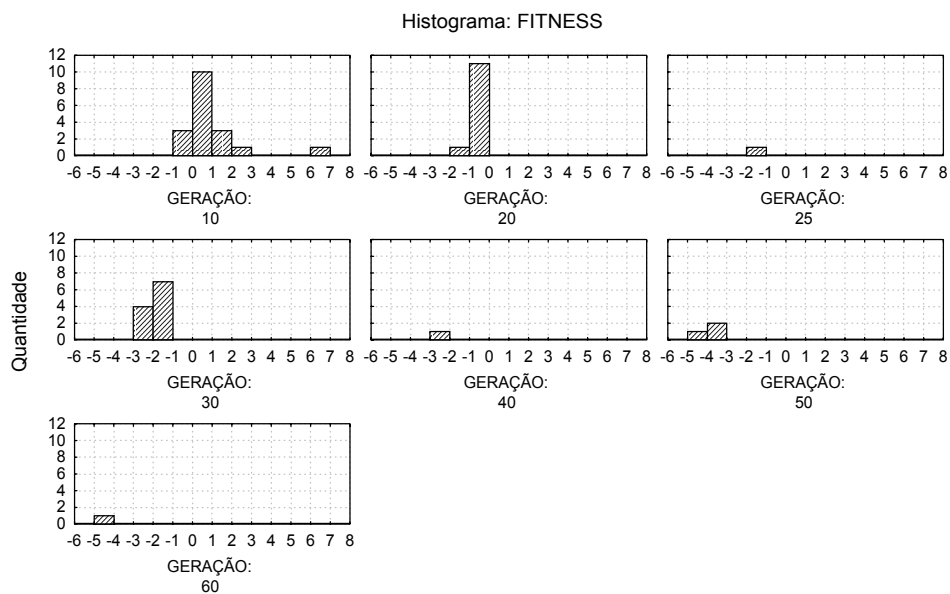
A Tabela 2 mostra os resultados obtidos.

Tabela 2 - Teste geral

% Ger	% Pop	% Elit	Cruzam.		Mutaçao		Geraçao 0			Geraçao N			Diferença N-0			Tempo
			Cpri	Csec	Mpri	Msec	Máx	Mín	Fit.	Máx	Mín	Fit	Máx	Mín	MFit	
10	10	20	100	100	25	25	321	308	3148	316	299	3082	5	9	6,60	00:00:51
10	10	20	100	100	20	20	321	304	3147	318	312	3144	3	-8	0,30	00:00:51
10	20	10	100	100	2	2	324	309	6315	325	308	6370	-1	1	-2,75	00:01:30
10	20	10	100	100	25	25	322	307	6294	326	312	6355	-4	-5	-3,05	00:01:39
10	20	10	100	100	50	50	321	310	6329	322	309	6313	-1	1	0,80	00:01:47
10	20	10	50	50	50	50	323	306	6284	324	306	6283	-1	0	0,05	00:01:24
10	25	10	50	50	50	50	325	309	9489	320	309	9470	5	0	0,76	00:01:56
10	25	10	75	75	75	75	322	306	7866	321	305	7816	1	1	2,00	00:02:07
10	25	10	75	75	75	75	329	309	7910	324	308	7878	5	1	1,28	00:02:10
10	25	10	100	100	50	50	328	306	7903	324	311	7890	4	-5	0,52	00:06:16
10	25	10	100	100	75	75	328	307	7856	320	308	7886	8	-1	-1,20	00:02:31
10	25	10	100	100	100	100	325	307	7891	322	306	7868	3	1	0,92	00:04:11
10	25	20	50	50	50	50	325	306	7854	322	309	7910	3	-3	-2,24	00:01:41
10	50	10	100	100	50	50	325	305	15772	324	304	15784	1	1	-0,24	00:11:04
10	100	10	100	100	50	50	328	305	31485	323	305	31494	5	0	-0,09	00:08:56
10	150	10	100	100	25	25	327	306	47242	327	304	47204	0	2	0,25	00:19:16
10	150	10	75	75	75	75	327	306	47249	330	303	47421	-3	3	-1,15	00:29:43
10	200	10	100	100	20	20	324	298	62924	328	306	62890	-4	-8	0,17	00:32:02
20	20	10	25	25	100	100	327	303	6293	327	312	6339	0	-9	-2,30	00:03:48
20	20	10	50	50	50	50	322	307	6298	320	306	6300	2	1	-0,10	00:02:35
20	20	10	100	100	50	50	325	307	6307	328	309	6321	-3	-2	-0,70	00:03:25
20	30	10	25	25	100	100	326	303	9438	326	307	9481	0	-4	-1,43	00:05:25
20	30	10	50	50	50	50	326	311	9470	323	310	9486	3	1	-0,53	00:03:41
20	50	10	25	25	100	100	323	298	15698	324	306	15739	-1	-8	-0,82	00:09:16
20	50	10	50	50	50	50	323	306	15688	325	306	15781	-2	0	-1,86	00:06:10
20	50	10	75	75	75	75	324	306	15751	327	309	15833	-3	-3	-1,64	00:07:56
20	50	20	100	100	100	100	327	302	15688	329	304	15737	-2	-2	-0,98	00:22:02
20	100	10	25	25	100	100	326	303	31465	326	303	31497	0	0	-0,32	00:19:56
20	100	10	50	50	50	50	327	300	31470	326	300	31494	1	0	-0,24	00:12:31
20	100	10	75	75	75	75	327	306	31526	328	306	31656	-1	0	-1,30	00:17:17
25	10	10	75	75	75	75	320	310	3146	323	310	3192	-3	0	-4,60	00:01:56
30	30	10	100	100	2	2	326	309	9474	319	307	9404	7	2	2,33	00:05:55
30	30	10	100	100	2	2	324	309	9460	321	308	9459	3	1	0,03	00:05:54
30	30	10	100	100	10	10	321	306	9417	325	309	9465	-4	-3	-1,60	00:06:10
30	30	10	100	100	25	25	323	306	9446	322	306	9440	1	0	0,20	00:06:31
30	30	10	100	100	50	50	327	306	9478	328	309	9552	-1	-3	-2,47	00:07:20
30	30	10	100	100	50	50	324	309	9466	329	307	9578	-5	2	-3,73	00:07:16
30	100	10	50	50	50	50	326	308	31547	327	307	31653	-1	1	-1,06	00:18:28
30	50	10	100	100	2	2	322	305	15738	328	309	15944	-6	-4	-4,12	00:10:03
30	50	10	100	100	50	50	327	304	15675	321	305	15721	6	-1	-0,92	00:12:36
30	100	10	100	100	2	2	325	304	31462	328	304	31645	-3	0	-1,83	00:21:15
30	100	10	100	100	50	50	328	306	31529	326	309	31564	2	-3	-0,35	00:26:45
40	40	20	100	100	10	10	323	305	12611	321	308	12634	2	-3	-0,58	00:14:39
50	50	10	100	100	25	25	322	305	15772	325	305	15710	-3	0	1,24	00:18:48
50	50	10	100	100	25	25	322	306	15773	326	312	15876	-4	-6	-2,06	00:17:58
50	150	20	100	100	25	25	328	304	47303	328	304	47329	0	0	-0,17	00:53:07
60	60	10	100	100	25	25	325	307	18900	326	306	18930	-1	1	-0,50	00:28:44

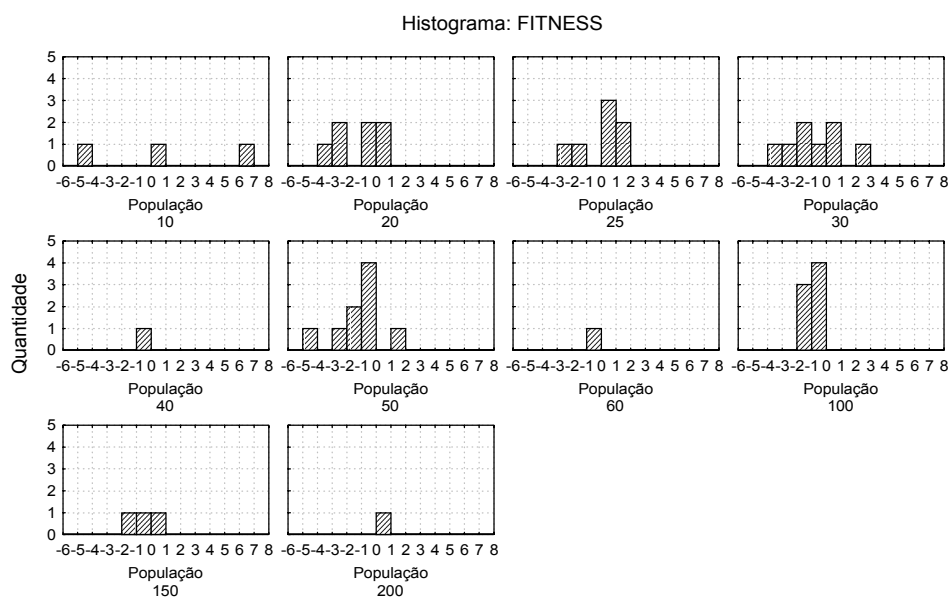
O primeiro teste permitiu identificar, em primeira instância, a quantidade de gerações necessária para se conseguir alguma melhoria no fitness dos indivíduos. Foi possível notar que valores maiores que 30 apresentaram pouca alteração (Figura 31).

Figura 31 - Teste de Geração.



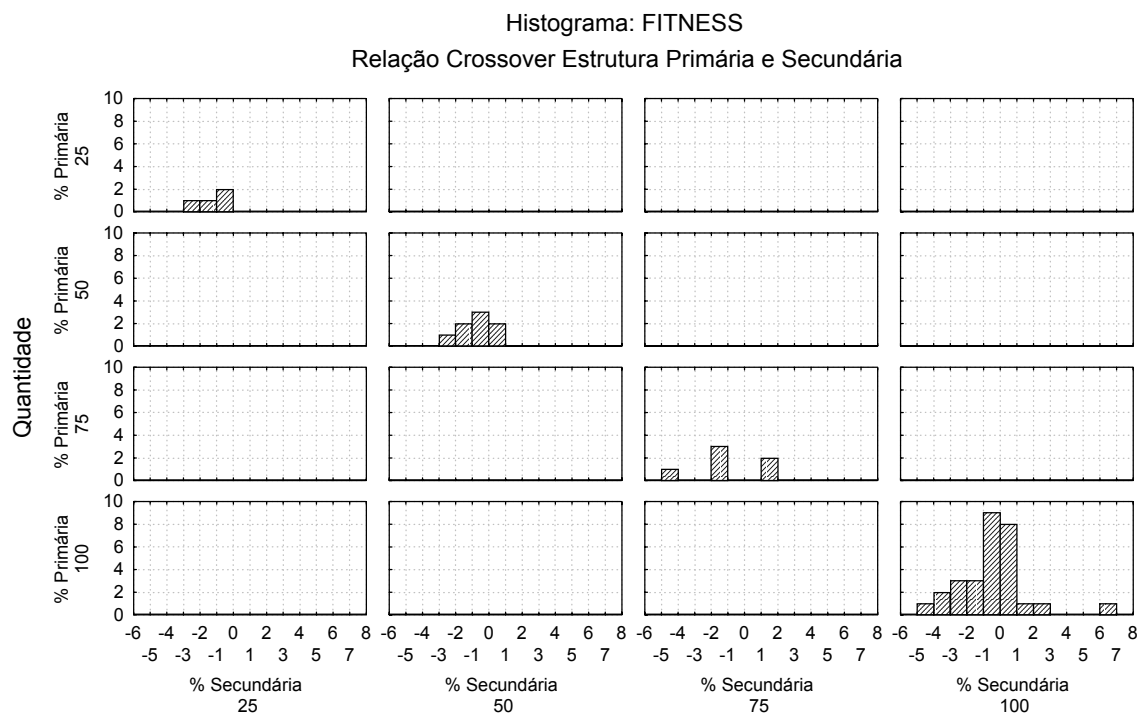
A segunda avaliação permitiu identificar valores para o tamanho da população. Foi constatado que valores entre 10 e 50 forneceram melhores resultados para a melhoria dos indivíduos (Figura 32).

Figura 32 - Teste de População.



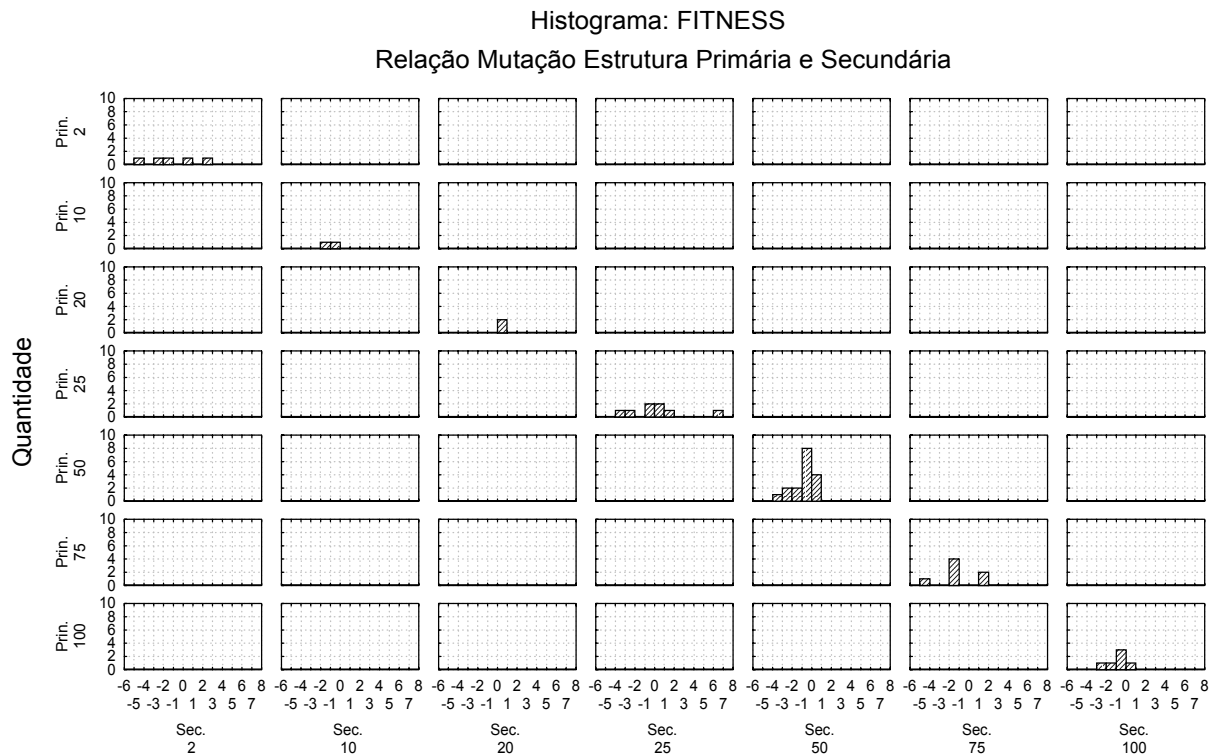
O próximo parâmetro a ser definido foi o percentual de cruzamento da estrutura primária e secundária. Concluiu-se que os melhores resultados são obtidos com percentuais de 100% para ambos os parâmetros. Ou seja, o cruzamento total sobre as estruturas primária e secundária do cromossomo apresentou melhores resultados do que cruzamento parcial(Figura 33).

Figura 33 - Teste de Cruzamento da Estrutura Primária e Secundária



O último parâmetro a ser definido foi o percentual de mutação da estrutura primária e secundária (Figura 34). Os resultados obtidos apontaram para valores entre 25% e 75% para ambos os parâmetros.

Figura 34 - Teste de Mutação da Estrutura Primária e Secundária



No parâmetro elitização optou-se por trabalhar com 10% como valor padrão para todas as populações e gerações, de acordo com os resultados dos testes iniciais.

A seguir, a Tabela 3 ilustram testes programados realizados com o objetivo de identificar o melhor comportamento e sensibilidade do algoritmo genético, a cada um dos parâmetros anteriormente citados.

Tabela 3 - Teste Programado

% Ger	% Pop	% Elit	Cruzam.		Mutação		Geração 0			Geração N			Diferença N-0			Tempo
			Cpri	Csec	Mpri	Msec	Máx	Mín	Fit.	Máx	Mín	Fit	Máx	Mín	MFit	
10	20	10	100	100	20	20	322	311	6309	324	310	6339	-2	1	-1,50	00:02:41
10	20	10	100	100	30	30	325	305	6282	318	308	6289	7	-3	-0,35	00:03:02
10	20	10	100	100	40	40	329	308	6308	326	312	6351	3	-4	-2,15	00:05:08
10	20	10	100	100	50	50	321	311	6294	324	309	6350	-3	2	-2,80	00:05:32
10	20	10	100	100	60	60	325	309	6333	326	311	6350	-1	-2	-0,85	00:01:56
10	20	10	100	100	70	70	322	307	6304	325	307	6267	-3	0	1,85	00:02:01
10	20	20	100	100	20	20	324	305	6296	325	311	6314	-1	-6	-0,90	00:05:00
10	20	20	100	100	30	30	320	311	6300	325	309	6334	-5	2	-1,70	00:04:32
10	20	20	100	100	40	40	325	305	6308	325	308	6316	0	-3	-0,40	00:05:33
10	20	20	100	100	50	50	323	308	6309	321	308	6296	2	0	0,65	00:02:06
10	20	20	100	100	60	60	327	305	6295	327	305	6332	0	0	-1,85	00:01:45
10	20	20	100	100	70	70	326	305	6326	330	309	6369	-4	-4	-2,15	00:01:55
10	30	10	50	50	20	20	323	306	9428	332	310	9502	-9	-4	-2,47	00:01:50
10	30	10	50	50	30	30	322	308	9425	321	309	9466	1	-1	-1,37	00:01:54
10	30	10	50	50	40	40	324	306	9436	325	306	9446	-1	0	-0,33	00:02:05
10	30	10	50	50	50	50	324	306	9442	323	304	9417	1	2	0,83	00:01:54
10	30	10	50	50	60	60	326	308	9474	325	308	9480	1	0	-0,20	00:02:09
10	30	10	50	50	70	70	330	308	9480	327	305	9434	3	3	1,53	00:02:23
10	30	10	75	75	20	20	325	306	9473	322	308	9473	3	-2	0,00	00:02:04
10	30	10	75	75	30	30	322	306	9459	324	306	9458	-2	0	0,03	00:02:03
10	30	10	75	75	40	40	328	308	9483	325	307	9479	3	1	0,13	00:02:08
10	30	10	75	75	50	50	330	307	9473	324	310	9470	6	-3	0,10	00:02:17
10	30	10	75	75	60	60	322	305	9464	320	305	9416	2	0	1,60	00:02:34
10	30	10	75	75	70	70	326	303	9503	322	307	9487	4	-4	0,53	00:02:46
10	30	10	100	100	20	20	323	306	9431	324	307	9430	-1	-1	0,03	00:02:07
10	30	10	100	100	30	30	324	308	9485	324	310	9458	0	-2	0,90	00:04:52
10	30	10	100	100	40	40	322	308	9438	323	307	9427	-1	1	0,37	00:03:54
10	30	10	100	100	50	50	325	308	9487	327	307	9456	-2	1	1,03	00:04:55
10	30	10	100	100	60	60	325	307	9453	324	307	9415	1	0	1,27	00:02:46
10	30	10	100	100	70	70	325	309	9455	325	307	9414	0	2	1,37	00:01:46

A partir da observação dos resultados dos testes programados, foram obtidos os seguintes valores como mais adequados para cada um dos parâmetros:

- Tamanho da população = 30,
- Número de gerações = 10,

- Percentagem de elitização = 10%
- Percentagem de Cruzamento da estrutura primária do gene = 100%
- Percentagem de Cruzamento da estrutura secundária do gene = 100%
- Percentagem de Mutação da estrutura primária do gene = 20 a 70%
- Percentagem de Mutação da estrutura secundária do gene = 20 a 70%

Foi levado em conta o tempo para execução do processo de evolução, que é representado pelo número de gerações.

Cabe ainda observar que se por um lado o número de gerações e o tamanho da população melhora o desempenho do modelo, por outro lado o custo, em termos computacionais, cresce. Deve-se, portanto, determinar um ponto de equilíbrio, de modo a não prejudicar a performance do sistema com um tempo de execução elevado.

Com estes valores predefinidos foram realizados testes de homogeneidade para definir se os valores encontrados foram gerados ocasionalmente ou se ele mantém um padrão.

Tabela 4 - Confirmação de Parâmetros

% Ger	% Pop	% Elit	Cruzam.		Mutação		Geração 0			Geração N			Diferença N-0			Tempo
			Cpri	Csec	Mpri	Msec	Máx	Mín	Fit.	Máx	Mín	Fit	Máx	Mín	MFit	
10	30	10	100	100	50	50	320	312	3164	320	309	3158	0	3	0,60	00:03:32
10	30	10	100	100	50	50	316	308	3134	316	306	3120	0	2	1,40	00:03:30
10	30	10	100	100	50	50	323	311	3165	323	310	3163	0	1	0,20	00:03:31
10	30	10	100	100	50	50	325	309	3174	325	309	3169	0	0	0,50	00:03:31
10	30	10	100	100	50	50	328	306	3137	316	306	3122	12	0	1,50	00:03:40
10	30	10	100	100	50	50	317	309	3149	319	307	3131	-2	2	1,80	00:03:41
10	30	10	100	100	50	50	323	306	3154	323	306	3148	0	0	0,60	00:03:35
10	30	10	100	100	50	50	322	307	3129	318	307	3122	4	0	0,70	00:03:33
10	30	10	100	100	50	50	322	307	3134	320	306	3123	2	1	1,10	00:03:33
10	30	10	100	100	50	50	322	309	3149	322	312	3132	0	-3	1,70	00:03:45
10	30	10	100	100	50	50	318	308	3141	318	306	3131	0	2	1,00	00:03:54

Conforme mostra a Tabela 4, o teste foi realizado 11 vezes com os mesmos parâmetros, para confirmar os resultados obtidos. Foram assim determinados os seguintes parâmetros:

- Número de Gerações = 10,
- Tamanho da População = 30,
- Percentagem de Elitização = 10%,
- Percentagem de Cruzamento da estrutura primária do gene = 100%,
- Percentagem de Cruzamento da estrutura secundária do gene = 100%,
- Percentagem de Mutação da estrutura primária do gene = 50%,
- Percentagem de Mutação da estrutura secundária do gene = 50%.

No anexo B uma listagem da Grade Horária Inicial gerada aleatoriamente e a grade horária final e apresentada.

Nestas gerações obtiveram-se as seguintes estatísticas:

- 260 cruzamento na estrutura primária,
- 22880 cruzamento na estrutura secundária,
- 117 mutações na estrutura primária,
- 9295 mutações na estrutura secundária,
- 20 elitizados estrutura primária.

A Grade Horária Inicial teve o fitness da população em 3137 e a final 3121 sendo reduzindo em 15 pontos os choques existentes em 03 minutos e 40 segundos.

Capítulo V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

O modelo desenvolvido neste trabalho permite concluir que a utilização de algoritmos genéticos representa uma alternativa satisfatória para a solução do problema de geração de grade horária. O problema, por si só bastante complexo, foi abordado ainda considerando-se restrições de recursos e professores.

O processo de geração de grades horárias foi concebido em três fases principais: a representação do cromossomo, a determinação dos operadores e o ajustes de parâmetros. A representação utilizada, com uma estrutura primária e uma secundária no cromossomo, permite uma maior variação dos indivíduos. Isto permite que uma maior combinação de horários seja encontrada numa quantidade menor de gerações. A estruturação do cromossomo permite ainda uma redução do tamanho do mesmo, agilizando o processamento.

O operador de cruzamento implementado, semelhante ao cruzamento de ciclo de Goldberg [15], implementado com um ponto de corte, torna-se mais rápido. Isto se deve ao fato de que o cruzamento é feito somente sobre uma parte selecionada aleatoriamente, copiando-se diretamente o restante.

Para situações em que a busca da solução ótima for onerosa sob o ponto de vista computacional, seja devido à complexidade do problema, seja

devido ao reduzido tempo de processamento disponível, o modelo dispõe de uma estrutura que garante uma boa solução em um tempo razoável, devido à modelagem estruturada do cromossomo.

O modelo apresentado não tem a pretensão de ser o melhor para qualquer instituição. Naturalmente, os critérios de alocação de aula das disciplinas e das atividades administrativas e de ensino mudam de instituição para instituição. No entanto, um aspecto relevante do modelo é o de que sua estrutura é flexível a qualquer número de cursos, semestre curriculares, disciplinas, tipos de disciplinas e tipos de recursos.

A implementação computacional, usando a orientação a objeto, permite a fácil manutenção do código. Por sua vez, a estrutura simples do algoritmo genético possibilita a introdução ou modificação de diferentes parâmetros e operadores genéticos.

Alterações no modelo computacional são de fácil manutenção pois as funções do algoritmo são facilmente distinguíveis e independentes.

O modelo foi implementado mediante sistema computacional descrito no Anexo A. Para sua utilização, desenvolveram-se testes sobre dados reais de uma instituição de ensino superior, mostrando-se adequado para a solução da geração da grade horária. Evidenciou-se assim a aplicabilidade do modelo a problemas reais.

5.2 Recomendações

O problema de geração do horário de aulas de uma instituição de ensino envolve parâmetros de difícil tratamento e, como já foi mencionado ao longo deste trabalho.

Recomenda-se que, no caso da aplicação modelo por outra instituição, se avalie a estrutura funcional, sua adequação ao corpo docente, observando ainda as normas e regulamentos próprios.

Várias sugestões podem ser feitas para o prosseguimento da pesquisa, no sentido de avaliação experimental do desempenho do modelo, bem como de possíveis refinamentos.

Ainda no aprimoramento do modelo, trabalhos futuros podem testar novos operadores genéticos, tais como outros operadores de cruzamento, operadores adaptativos [31], entre outros.

Entre os pontos mais relevantes, é possível destacar a inclusão de novas funções de avaliação, de modo seja possível incluir restrições tais como:

- a) prioridade de uma disciplina em ser alocada em determinado dia da semana ou horário;
- b) prioridade de uma disciplina em alocar determinado recurso;
- c) alocar os professores de acordo com as suas disponibilidades;
- d) distância entre os “campus”;
- e) pesquisa, extensão, etc.

Referências Bibliográficas

1. ABRANSON, D., *Constructing School Timetables Using Simulated Annealing: Sequential and Parallel Algorithms*. Management Science, v. 37, n.1, p.98-113, 1991.
2. AKKOYUNLU, E. A., *A linear algorithm for computing the optimum university timetable*. The Computer Journal, v. 16, n. 4, 1973. p. 347-350.
3. BOUFFLET, J.P., NÈGRE S., *Three Methods used to solve na Examination Timetable Problem*. em Burke, E.K. e Ross, P., *The Practice and Theory of Automated Timetabling*,. p. 327-344, 1996.
4. BURKE, E., ELLIMAN, D. G. and WEARE, R. F. *The automation of the timetabling process in higher education*. Journal Educational Technol Systems, v. 23, p. 257-266, 1995.
5. BURKE, E., ELLIMAN, D. G. and WEARE, R. F. *A Hybrid Genetic Algorithm for Highly Constrained Timetabling Problems*. 6th International Conference on Genetic Algorithms, Pittsburgh, p.15-19, july,1995.
6. BURKE, E., ELLIMAN, D. G. and WEARE, R. F. *Specialised Recombinative Operatos for Timetabling Problems*. v. 3-7 p. 75-85, april,1995.
7. BURKE, E., JACKSON, K. et al. *Automated University Timetabling: The State of the Art*. The Computer Journal, v. 40, n. 9, , p.565-571, 1997.

8. BURKE, E., NEWALL, J.P. and WEARE, R. F, *A Memetic Algorithm for University Exam Timetabling*. in Burke. E.K. and Ross, P.(eds), *The Practice and Theory of Automated Timetabling.*, p.241-250, 1996.
9. CARTER, M.W., LAPORTE, G. LEE, Y.S., *Examination Timetabling: Algorithmic Strategies and Applications*. *Journal of the Operational Research Society*, v. 47, n.3, p.373-383, 1996.
10. CHATTERJEE, S., CARRERA, C., LYNCH, L.A., *Genetic Algorithms and traveling salesman problems*. *European Journal of Operational Research*, v. 94, n.3, p.490-510, 1996.
11. CORNE, D. , ROSS, P. , FANG, H. *Practical Handbook of Genetic Algorithms: Applications*. CRC Press. Inc. 1995.
12. DORN, J., GIRSCH, M. SKELE, G. SLANY, W., *Comparison of iterative improvement techniques for schedule optimization*. *European Journal of Operational Research*, v. 94, n.2, p.349-361, 1996.
13. DOWSLAND, K.A., *Genetich Algorithms - a Tool for OR?*. *Journal of the Operational Research Society*, v.47, n. 4, p.550-561, 1996.
14. GEN M., ZHEN Li, Y., *Spanning Tree-based Genetic Algorithm for Bicriteria Transportation Problem*. *Computers & Industrial Engineering*, v. 35, n. 3-4, p.531-534, 1998.
15. GOLDBERG, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1989.
16. GONG, D., GEN, M., YAMAZAKI, G., *Hybrid Evolutionary Method for Capacitated Location-allocation Problem*. *Computer & Industrial Engineering*, v. 33, n.3-4, p.577-580, 1997.

17. HEIJER, E., ADRIAANS, P.W., *The Application of Genetic Algorithms in a Career Planning Environment: CAPTAINS*. International Journal of Human-Computer Interaction, , v.8, n. 3, p.343-361, 1996.
18. HERTZ, A., *Finding a feasible course schedule using Tabu Search*. Discrete Appl. Mat. Math., 1992, v. 35, p. 255-270.
19. LATTIMORE, P.K., BAKER, J.R., CLAYTON, E.R., *A Nonlinear Multiple Criteria Model Base for the Problem of Balancing Caseload Risk in Probation Departamentos*. Computers & Industrial Engineering, v. 35, n. 3-4, p.511-514, 1998.
20. MARTIN, J. *Princípios de Análise e Projeto Baseados em Objetos*. tradução de Cristina Bazán. - Rio de Janeiro : Campus, 1994.
21. MOGHADDAIN R. T., Iris, E. S., *Facilities Layout Design By Genetic Algorithms*. Computers & Industrial Engineering, v. 35, n. 3-4, p.527-530, 1998.
22. JOHNSON, D., *A Database Approach to Course Timetabling*. Journal of the Operational Research Society , v. 44, n. 5, p. 425-433, 1993.
23. KHAMOOSHI, H., *A Dynamic Approach to Resource Constraint Project Scheduling*. Computers & Industrial Engineering, v. 35, n. 3-4, p.507-510, 1998.
24. KHOUJA M., MICHALEWICZ, Z., WILMOT, M., *The use of genetic Algorithms to solve the economic lot size scheduling problem*. European Journal of Operational Research, v. 110, n.3, p.509-524, 1998.
25. KIM, B.M., KIM, B.Y., OH, C.H., *A Study on the Convergence of Genetic Algorithms*. Computer & Industrial Engineering, v. 33, n.3-4, p.581-588, 1997.

26. PAECHTER, B. , CUMMING, A., LUCHIAN, H. e PETRIUC, M. *Two Solutions to the General Timetable Problem using Evolutionary Methods*. Proc. IEEE. Conference on Evolutionary Computation.
27. PAECHTER, B. CUMMING, A., NORMAL, M. G. and LUCHIAN, H. *Extensions to a Memetic Timetabling system*. In Burke, E. K. and Ross, P., *The Practice and Theory of Automated Timetabling*, p.251-265, 1996
28. ROMERO, B.P., *Examination scheduling in a large engineering school: a computer-assisted participative procedure*. *Interfaces*, v. 12, p.17-23.
29. RUMBAUGH, J., BLAHA, M., et al., *Modelagem e Projetos Baseados em Objetos*. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1994.
30. SCHWARZ, G. A. *Geração de Horário em Instituições de Ensino com otimização simultânea de tempo e espaço*. Florianópolis: UFSC,. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.
31. TANOMARU, J. *Motivação, Fundamentos e Aplicações de Algoritmos Genéticos*. Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Curitiba, 1995,.
32. THOMPSON, J. e DOWSLAND, K. A., *Variants of simulated annealing for the examination timetabling problem*. *Ann. Operations Resource.*, v. 63, p.105-128, 1996.
33. THOMPSON, J. e DOWSLAND, K. A., *General Cooling Schedules for a Simulated Annealing based Timetabling System*. em Burke, E.K. e Ross, P., *The Practice and Theory of Automated Timetabling*, p. 345-363, 1996.
34. TREVELIN, L. C. *Sobre a proposta de um modelo linear para solução do problema de geração de horários de aulas de uma universidade*. São

Carlos: UFSCar,. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Estatística) - Universidade de São Paulo, 1983

35. VALDEZ, R.A., MARTIN, G., TAMARIT, J.M., *Constructing Good Solutions for the Spanish School Timetabling Problem*. Journal of the Operational Research Society, v. 47, n.10, p.1203-1215, 1996.
36. VELLOSO, M. F. ; MENDONÇA J. M. ; PACHECO M. A. ; VELLASCO M. M. B. R. *Otimização de Planejamento de Horários por Algoritmos Genéticos*. Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Curitiba, 1995.
37. WRIGHT, M. *School Timetabling Using Heuristic Search*. Journal of the Operational Research Society, p. 349-357, 1996.

Anexos

A. ANEXO – MODELO COMPUTACIONAL

A.1 Introdução

O modelo computacional visa mostrar a implementação em software do modelo proposto.

Foi elaborado um sistema específico para o processo, com base em uma arquitetura de informação, desenvolvido através de uma análise de dados e análise funcional.

A.2 Levantamento de Dados

Existem quatro agrupamentos de dados básicos a serem manipulados:

- Turnos e Horários e seus agrupamentos;
- Fluxos de Cursos;
- Disciplinas e Grupos;
- Disciplinas oferecidas em um semestre.

A.3 Análise Funcional

Na análise funcional é feito um levantamento das principais ações e dos dados que precisam ser mantidos atualizados. O processo de atualização se refere a outros sub-processos, tais como:

- Incluir novos dados,
- Alterar dados existentes,
- Excluir dados, e
- Localizar dados existentes.

A.3.1 Controle de Horários

Cadastrar e manter atualizados os dados de horários, turnos e fazer os agrupamentos dos turnos e horários.

A.3.2 Controle de Cursos

Cadastrar e manter atualizados os dados de cursos da instituição, e os semestres curriculares de cada um. Também manter os dados dos centros e o fluxo curricular de cada curso.

A.3.3 Controle de Turmas

Cadastrar e manter atualizados os dados dos cursos oferecidos em um semestre curricular, campus e turno.

A.3.4 Controle de Disciplinas

Cadastrar e manter atualizados os dados de disciplinas e grupos de disciplinas da instituição.

A.3.5 Controle de Salas

Cadastrar e manter atualizados os dados de tipo e localização de salas.

A.3.6 Controle de Dados Gerais

Cadastrar e manter atualizados os dados de Campus, Cidades, e Unidades da Federação.

A.4 Software e Hardware de Apoio

A.4.1 Software

- Sistema Operacional: Windows 98
- Linguagem de Implementação: Object Pascal
- Ambiente de Implementação: Borland Delphi 4.0
 - Pacote de Componentes utilizados: RX Library 2.60
- Ferramenta de Modelagem de Dados: Logic Work Erwin_ERX 3.0
- Banco de Dados: Borland Interbase 5.0

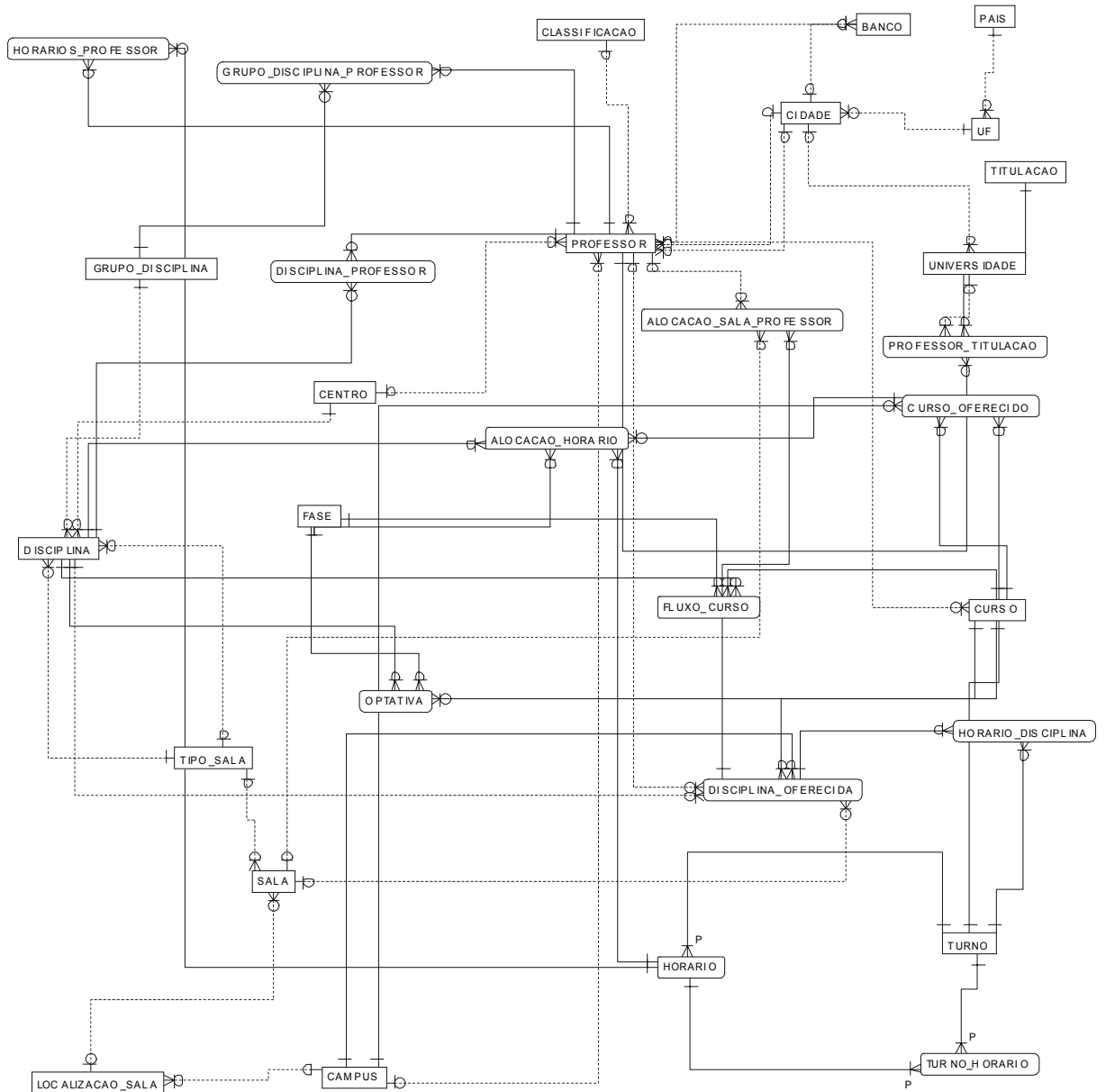
A.4.2 Hardware

- Equipamento: Microcomputador PC - Pentium II 233 Mhz.
- Configuração:
 - 64 Mbytes de memória RAM;
 - 512 Kbytes de memória cache ;
 - 10 Giga bytes de Disco Rígido (Utilizados somente 800 Megabytes);
 - Impressora Jato de Tinta;
 - Monitor SVGA Colorido.

A.5 Diagrama de Entidade-Relacionamento

O diagrama Entidade-Relacionamento tem por base a percepção de que o mundo real é formado por um conjunto de objetos, chamados entidades, e pelo conjunto dos relacionamentos entre esses objetos. O diagrama Entidade-Relacionamento é extramamente útil para mapear, sobre um esquema conceitual, os significados e interações dos objetos reais.

Figura A. 1 - Diagrama Entidade/Relacionamento



A.5.1. Lista das Entidades

A entidades utilizadas no diagrama Entidade-Relacionamento foram:

Nome da Entidade	Definição
ALOCACAO_HORARIO	Entidade de Alocação de Horários
CAMPUS	Entidade de Campus
CENTRO	Entidade de Centros da Instituição
CIDADE	Entidade de Cadastro de Cidades
CLASSIFICACAO	Entidade de Classificação dos Professores
CURSO	Entidade de Cursos por centros.
CURSO_OFERECIDO	Entidade de Cursos oferecidos em um semestre
DISCIPLINA	Entidade de Disciplinas por grupo de disciplinas.
DISCIPLINA_OFERECIDA	Entidade de turmas de disciplinas por Campus, curso, turno, fase e disciplina
DISCIPLINA_PROFESSOR	Entidades das disciplinas já lecionadas por um professor.
FASE	Entidade de Fase de Cursos
FLUXO_CURSO	Entidade que armazena os currículos dos cursos por fase
GRUPO_DISCIPLINA	Entidade de Grupos de Disciplinas
GRUPO_DISCIPLINA_PROFESSOR	Entidade de Grupos de Disciplinas de um professor.
HORARIO	Entidade de Horários semanas por turno
HORARIO_DISCIPLINA	Entidade dos Horários das Turmas
HORARIOS_PROFESSOR	Entidades de Horários de um professor
LOCALIZACAO_SALA	Entidade de Localização de salas no Campus
OPTATIVA	Entidade que armazena os currículos das disciplinas optativas dos cursos por fase.
PAIS	Entidade que armazena os pais.
PROFESSOR	Entidade de Professores
PROFESSOR_TITULACAO	Entidade de relação de professores com titulação.
SALA	Entidade de salas por Campus e localização.
TIPO_SALA	Entidade de Tipos de Salas (Por exemplo Salas Comuns, Laboratórios de Informática, Laboratórios de Química)

Nome da Entidade	Definição
TITULACAO	Entidade de titulações para professores
TURNO	Entidade de turnos diários
TURNO_HORARIO	Entidade de Agrupamento de Turnos e Horários
UF	Entidade de Unidades da Federação
UNIVERSIDADE	Entidade de Universidades

A.5.2. Descrição das Colunas das Entidades

Cada entidade possui um conjunto particular de colunas, que define as características de seus dados. Cada atributo possui um domínio particular de valores definido por tudos de dados possíveis para esta coluna.

Tipos de Dados:

- INTEGER: Número Inteiros que variam entre -32768 á 32765.
- SMALLINT: Número inteiro que variam de 0 255.
- VARCHAR(X): Caracteres numéricos e alfabéticos em quantidade definida por X.
- DATE: Um data válida.
- BLOB: Texto de tamanho indefinido.

Nome da Entidade	Nome das Colunas	Tipo de Dado da Coluna
ALOCAAO_HORARIO	CODIGO_CAMPUS CODIGO_CURSO CODIGO_TURNO NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR CODIGO_DISCIPLINA CODIGO_HORARIO	INTEGER VARCHAR(10) INTEGER INTEGER INTEGER INTEGER
CAMPUS	CODIGO_CAMPUS DESCRICAÇÃO	INTEGER VARCHAR(50)
CENTRO	CODIGO_CENTRO DESCRICAÇÃO NOME_SIGLA NOME_CHEFE	INTEGER VARCHAR(100) VARCHAR(50) VARCHAR(100)
CIDADE	CODIGO_CIDADE CODIGO_UF NOME	INTEGER VARCHAR(2) VARCHAR(50)

Nome da Entidade	Nome das Colunas	Tipo de Dado da Coluna
CLASSIFICACAO	CODIGO_CLASSIFICACAO DESCRICA0 NUMERO_HORA MINIMO_DISCIPLINA MAXIMO_DISCIPLINA MINIMO_TURMA MAXIMO_TURMA	INTEGER VARCHAR(100) SMALLINT SMALLINT SMALLINT SMALLINT SMALLINT
CURSO	CODIGO_CURSO NOME NUMERO_CREDITO_MINIMO NUMERO_CARGA_CURSO CODIGO_COORDENADOR DESCRICA0_RECONHECIMENTO DESCRICA0_TITULACAO DATA_DOU_CURSO NOME_RECONHECIMENTO NUMERO_SEMESTRE_IMPLANTACAO DATA_RECONHECIMENTO NUMERO_RESOLUCAO DATA_RESOLUCAO CURRICULO_SEMELHANTE	VARCHAR(10) VARCHAR(100) SMALLINT SMALLINT INTEGER VARCHAR(100) VARCHAR(100) DATE VARCHAR(100) VARCHAR(6) DATE INTEGER DATE VARCHAR(10)
CURSO_OFERECIDO	CODIGO_CAMPUS CODIGO_CURSO CODIGO_TURNO	INTEGER VARCHAR(10) INTEGER
DISCIPLINA	CODIGO_DISCIPLINA CODIGO_CENTRO CODIGO_GRUPO_DISCIPLINA DESCRICA0 NUMERO_CREDITO NUMERO_CARGA_HORARIA DESCRICA0_EMENTA CODIGO_TIPO_SALA_AUXILIAR CODIGO_TIPO_SALA_BASE HORARIO_NORMAL DIVISAO_HORARIO	INTEGER INTEGER INTEGER VARCHAR(100) SMALLINT SMALLINT BLOB INTEGER INTEGER VARCHAR(1) VARCHAR(1)

Nome da Entidade	Nome das Colunas	Tipo de Dado da Coluna
DISCIPLINA_OFERECIDA	CODIGO_CAMPUS NUMERO_SEMESTRE CODIGO_CURSO CODIGO_TURMA CODIGO_DISCIPLINA CODIGO_SALA CODIGO_PROFESSOR NUMERO_VAGAS_OFERECIDAS NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR DATA_INICIO DATA_FIM DATA_ALOCA	INTEGER VARCHAR(6) VARCHAR(10) SMALLINT INTEGER VARCHAR(10) INTEGER SMALLINT SMALLINT DATE DATE DATE
DISCIPLINA_PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_DISCIPLINA	INTEGER INTEGER
FASE	CODIGO_FASE DESCRICAO	INTEGER VARCHAR(50)
FLUXO_CURSO	NUMERO_SEMESTRE_IMPLANTACAO CODIGO_CURSO CODIGO_DISCIPLINA NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR	INTEGER VARCHAR(10) INTEGER INTEGER
GRUPO_DISCIPLINA	CODIGO_GRUPO_DISCIPLINA DESCRICAO	INTEGER VARCHAR(50)
GRUPO_DISCIPLINA_PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_GRUPO_DISCIPLINA	INTEGER INTEGER
HORARIO	CODIGO_HORARIO CODIGO_TURNO DIA_SEMANA AULA_INICIO AULA_FINAL QTDE_AULAS TIPO	INTEGER INTEGER SMALLINT SMALLINT SMALLINT SMALLINT SMALLINT
HORARIO_DISCIPLINA	CODIGO_CAMPUS NUMERO_SEMESTRE CODIGO_CURSO CODIGO_TURMA DIA_SEMANA CODIGO_TURNO NUMERO_AULA_INICIO NUMERO_AULA_FINAL	INTEGER VARCHAR(6) VARCHAR(10) SMALLINT SMALLINT INTEGER SMALLINT SMALLINT

Nome da Entidade	Nome das Colunas	Tipo de Dado da Coluna
HORARIOS_PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_HORARIO CODIGO_TURNO SITUACAO_HORARIO	INTEGER INTEGER INTEGER VARCHAR(50)
LOCALIZACAO_SALA	CODIGO_LOCALIZACAO_SALA CODIGO_CAMPUS DESCRICAO	INTEGER INTEGER VARCHAR(50)
OPTATIVA	NUMERO_SEMESTRE_IMPLANTACAO CODIGO_CURSO CODIGO_DISCIPLINA NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR	INTEGER VARCHAR(10) INTEGER INTEGER
PAIS	CODIGO_PAIS NOME	INTEGER VARCHAR(50)
PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_CLASSIFICACAO CODIGO_CENTRO CODIGO_BANCO CODIGO_CIDADE CODIGO_CIDADE_EMPRESA CODIGO_CAMPUS NOME LOGRADOURO NUMERO COMPLEMENTO BAIRRO CEP TELEFONE RG CPF NOME_EMPRESA LOGRADOURO_COMERCIAL NUMERO_COMERCIAL COMPLEMENTO_COMERCIAL BAIRRO_COMERCIAL CEP_COMERCIAL TELEFONE_COMERCIAL CONTA_BANCARIA DATA_NASCIMENTO DATA_ADMISSAO DATA_CADASTRO	INTEGER INTEGER INTEGER INTEGER INTEGER INTEGER INTEGER VARCHAR(100) VARCHAR(100) INTEGER VARCHAR(50) VARCHAR(50) VARCHAR(10) VARCHAR(14) VARCHAR(50) CHAR(18) VARCHAR(100) VARCHAR(100) INTEGER VARCHAR(50) VARCHAR(50) VARCHAR(10) VARCHAR(14) VARCHAR(50) DATE DATE DATE

Nome da Entidade	Nome das Colunas	Tipo de Dado da Coluna
PROFESSOR_TITULACAO	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_TITULACAO CODIGO_UNIVERSIDADE DESCRICAÇÃO_TITULO DATA_FORMACAO	INTEGER INTEGER INTEGER VARCHAR(100) DATE
SALA	CODIGO_SALA CODIGO_LOCALIZACAO_SALA CODIGO_TIPO_SALA NOME CAPACIDADE	VARCHAR(10) INTEGER INTEGER VARCHAR(50) INTEGER
TIPO_SALA	CODIGO_TIPO_SALA DESCRICAÇÃO	INTEGER VARCHAR(50)
TITULACAO	CODIGO_TITULACAO DESCRICAÇÃO	INTEGER VARCHAR(50)
TURN0	CODIGO_TURN0 DESCRICAÇÃO	INTEGER VARCHAR(50)
TURN0_HORARIO	CODIGO_TURN0 CODIGO_HORARIO	INTEGER INTEGER
UF	CODIGO_UF CODIGO_PAIS NOME	VARCHAR(2) INTEGER VARCHAR(50)
UNIVERSIDADE	CODIGO_UNIVERSIDADE CODIGO_CIDADE RAZAO_SOCIAL NOME_FANTASIA LOGRADOURO NUMERO BAIRRO COMPLEMENTO CEP CGC INSCRICAO_ESTADUAL TELEFONE TELEFONE_FAX CAIXA_POSTAL EMAIL HOMEPAGE DATA_CADASTRO	INTEGER INTEGER VARCHAR(100) VARCHAR(50) VARCHAR(100) INTEGER VARCHAR(50) VARCHAR(50) VARCHAR(10) VARCHAR(18) VARCHAR(12) VARCHAR(15) VARCHAR(15) VARCHAR(20) VARCHAR(150) VARCHAR(150) DATE

A.5.3. Lista de Entidades e Chaves Primárias

Chave Primária é a coluna que identifica os dados que não podem se repetir.

Nome Entidade	Coluna(s) da Chave Primária
ALOCAÇÃO_HORARIO	CODIGO_CAMPUS CODIGO_CURSO CODIGO_TURNO NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR CODIGO_DISCIPLINA CODIGO_HORARIO
ALOCAÇÃO_SALA_PROFESSOR	CODIGO_CAMPUS NUMERO_SEMESTRE CODIGO_CURSO CODIGO_TURMA
BANCO	CODIGO_BANCO
CAMPUS	CODIGO_CAMPUS
CENTRO	CODIGO_CENTRO
CIDADE	CODIGO_CIDADE
CLASSIFICAÇÃO	CODIGO_CLASSIFICAÇÃO
CURSO	CODIGO_CURSO
CURSO_OFERECIDO	CODIGO_CAMPUS CODIGO_CURSO CODIGO_TURNO
DISCIPLINA	CODIGO_DISCIPLINA
DISCIPLINA_OFERECIDA	CODIGO_CAMPUS NUMERO_SEMESTRE CODIGO_CURSO CODIGO_TURMA
DISCIPLINA_PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_DISCIPLINA
FASE	CODIGO_FASE
FLUXO_CURSO	NUMERO_SEMESTRE_IMPLANTACAO CODIGO_CURSO CODIGO_DISCIPLINA NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR
GRUPO_DISCIPLINA	CODIGO_GRUPO_DISCIPLINA
GRUPO_DISCIPLINA_PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_GRUPO_DISCIPLINA
HORARIO	CODIGO_HORARIO CODIGO_TURNO

Nome Entidade	Coluna(s) da Chave Primária
HORARIO_DISCIPLINA	CODIGO_CAMPUS NUMERO_SEMESTRE CODIGO_CURSO CODIGO_TURMA DIA_SEMANA CODIGO_TURNO NUMERO_AULA_INICIO
HORARIOS_PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_HORARIO CODIGO_TURNO
LOCALIZACAO_SALA	CODIGO_LOCALIZACAO_SALA
OPTATIVA	NUMERO_SEMESTRE_IMPLANTACAO CODIGO_CURSO CODIGO_DISCIPLINA NUMERO_SEMESTRE_CURRICULAR
PAIS	CODIGO_PAIS
PROFESSOR	CODIGO_PROFESSOR
PROFESSOR_TITULACAO	CODIGO_PROFESSOR CODIGO_TITULACAO
SALA	CODIGO_SALA
TIPO_SALA	CODIGO_TIPO_SALA
TITULACAO	CODIGO_TITULACAO
TURN0	CODIGO_TURN0
TURN0_HORARIO	CODIGO_TURN0 CODIGO_HORARIO
UF	CODIGO_UF

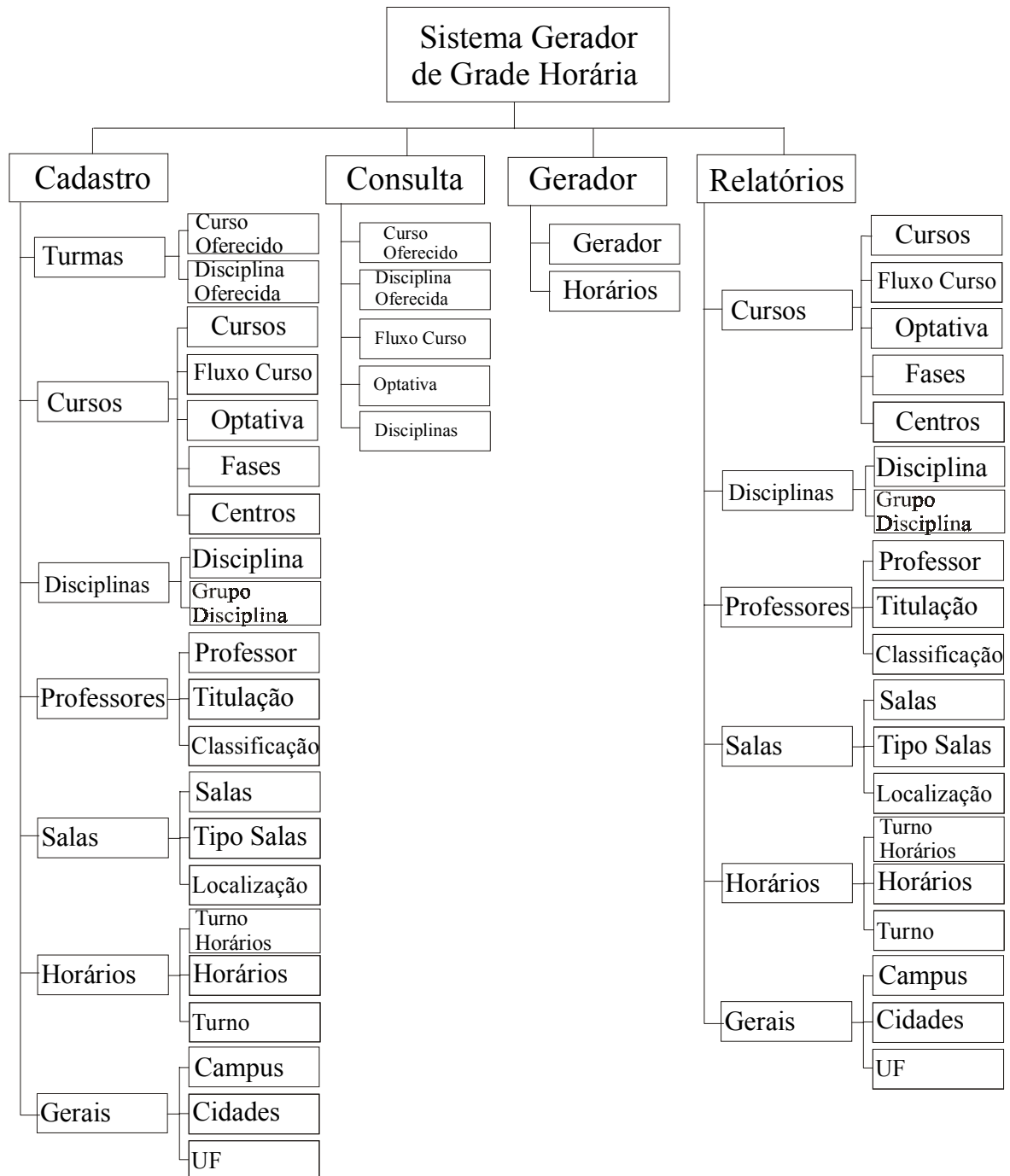
A.5.4. Lista de Relacionamentos entre Entidades

Nome do Relacionamento	Entidade Origem	Entidade Destino
CAM_X_CUR_OFE	CAMPUS	CURSO_OFERECIDO
CAM_X_PRO	CAMPUS	PROFESSOR
CAM_X_DIS_OFE	CAMPUS	DISCIPLINA_OFERECIDA
CAM_X_LOC_SAL	CAMPUS	LOCALIZACAO_SALA
CEN_X_DIS	CENTRO	DISCIPLINA
CEN_X_PRO	CENTRO	PROFESSOR
CID_X_PRO	CIDADE	PROFESSOR
CID_X_BAN	CIDADE	BANCO
CID_X_PRO_EMP	CIDADE	PROFESSOR
CID_X_UNI	CIDADE	UNIVERSIDADE
CLA_X_PRO	CLASSIFICACAO	PROFESSOR
CUR_X_OPT	CURSO	OPTATIVA
CUR_X_TUR	CURSO	DISCIPLINA_OFERECIDA
CUR_X_CUR	CURSO	FLUXO_CURSO
CUR_X_CUR_OFE	CURSO	CURSO_OFERECIDO

Nome do Relacionamento	Entidade Origem	Entidade Destino
CUR_OFE_X_ALO_HOR	CURSO_OFERECIDO	ALOCACAO_HORARIO
DIS_X_CUR	DISCIPLINA	FLUXO_CURSO
DIS_X_OPT	DISCIPLINA	OPTATIVA
DIS_X_TUR	DISCIPLINA	DISCIPLINA_OFERECIDA
DIS_X_ALO_HOR	DISCIPLINA	ALOCACAO_HORARIO
DIS_X_DIS_PRO	DISCIPLINA	DISCIPLINA_PROFESSOR
DIS_OFE_X_HOR_DIS	DISCIPLINA_OFERECIDA	HORARIO_DISCIPLINA
DIS_OFE_X_ALO_SAL_PRO	DISCIPLINA_OFERECIDA	ALOCACAO_SALA_PROFESSOR
FAS_X_ALO_HOR	FASE	ALOCACAO_HORARIO
FAS_X_OPT	FASE	OPTATIVA
FAS_X_FLU_CUR	FASE	FLUXO_CURSO
GRU_DISC_X_DISC	GRUPO_DISCIPLINA	DISCIPLINA
GRU_DIS_X_GRU_DIS_PRO	GRUPO_DISCIPLINA	GRUPO_DISCIPLINA_PROFESSOR
HOR_X_HOR_PRO	HORARIO	HORARIOS_PROFESSOR
HOR_X_TUR_HOR	HORARIO	TURNO_HORARIO
HOR_X_ALO_HOR	HORARIO	ALOCACAO_HORARIO
LOC_SAL_X_SAL	LOCALIZACAO_SALA	SALA
PAI_X_UF	PAIS	UF
PRO_X_PRO_TIT	PROFESSOR	PROFESSOR_TITULACAO
PRO_X_CUR	PROFESSOR	CURSO
PRO_X_DIS_OFE	PROFESSOR	DISCIPLINA_OFERECIDA
PRO_X_ALO_SAL_PRO	PROFESSOR	ALOCACAO_SALA_PROFESSOR
PRO_X_GRU_DIS_PRO	PROFESSOR	GRUPO_DISCIPLINA_PROFESSOR
PRO_X_HOR_PRO	PROFESSOR	HORARIOS_PROFESSOR
PRO_X_DIS_PRO	PROFESSOR	DISCIPLINA_PROFESSOR
SAL_X_DIS_OFE	SALA	DISCIPLINA_OFERECIDA
SAL_X_ALO_SAL_PRO	SALA	ALOCACAO_SALA_PROFESSOR
TIP_SAL_X_SAL	TIPO_SALA	SALA
TIP_SALB_X_DIS	TIPO_SALA	DISCIPLINA
TIP_SALA_X_DIS	TIPO_SALA	DISCIPLINA
PRO_TIT_X_PRO	TITULACAO	PROFESSOR_TITULACAO
TUR_X_CUR_OFE	TURNO	CURSO_OFERECIDO
TUR_X_TUR_HOR	TURNO	TURNO_HORARIO
TUR_X_HOR	TURNO	HORARIO
TUR_X_HOR_DIS	TURNO	HORARIO_DISCIPLINA
UF_X_CID	UF	CIDADE
UNI_X_PRO_TIT	UNIVERSIDADE	PROFESSOR_TITULACAO

A.6. Diagrama Hierárquico Funcional

Para implementar todos os processos e as operações na análise funcional, é definido um conjunto de módulos, de acordo com o contexto e a função nos quais se inserem os objetos do sistema.



A.6.1. Cadastro

Fornece uma interface que possibilite a manipulação dos dados do cadastro de informações básicas do sistema.

A.6.2. Consulta

Fornece uma interface que possibilite a consultas de informações do cadastro.

A.6.3. Gerador

Fornece uma interface ao gerador de grade horária e a sua consulta.

A.6.4. Relatórios

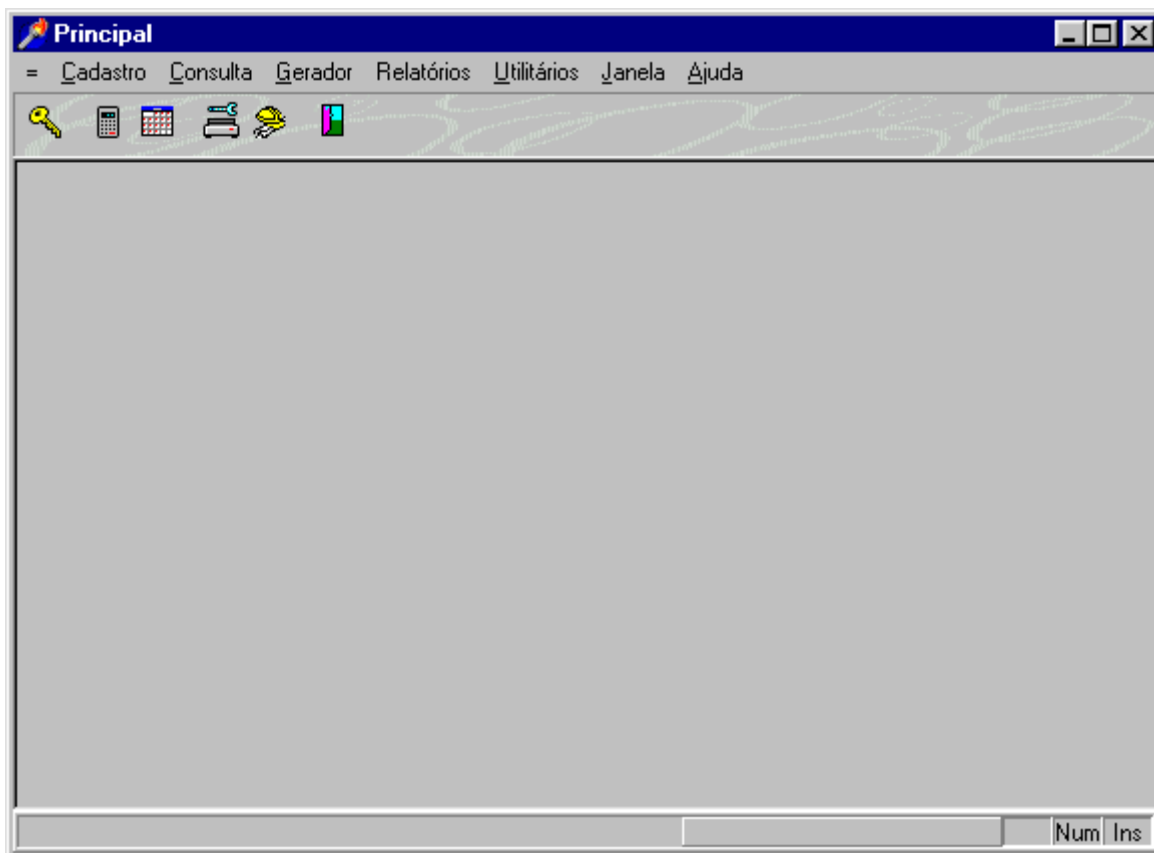
Fornece uma interface aos relatórios de informações dos cadastro.

A.7. Definição de Interface

Neste anexo será descrito procedimento para utilização do software desenvolvido, bem como a funcionalidade de algumas interfaces com o usuário.

Ao inicializar o software o usuário tem acesos a tela Principal(Tela C.1). Ela estabelece alternativas com relação ao processo de geração de grade horária, fornecendo ao usuário uma interface para interagir com sistema.

A.7.1. Tela do Programa Principal



Antes de se gerar a grade horário é necessário realizar previamente uma série de cadastro de informações em uma certa ordem, Primeiro cadastrar os dados das Disciplinas, depois os Cursos e por ultimo as ofertas.

Para os dados das disciplinas tem-se que incluir a seguinte seqüência de dados:

- 1- Cadastrar as salas
 - 2- Cadastrar os Centros
 - 3- Cadastrar os grupos das Disciplinas
 - 4- Cadastrar as Disciplinas
- Nos cursos outra seqüência é necessário:
 - 1- Cadastrar as Fases
 - 2- Cadastrar os Turnos e seus Horários

3- Cadastrar os Cursos

4- Cadastrar os Fluxos das Disciplinas Normais

- E por último os Cursos Oferecidos:

O processo de cadastro pode ser representa de uma forma genérica para todas as informações que se deseja armazenar. Como referência tomaremos a tela de Cadastro de Disciplinas (Tela A.7.2.). As telas terão todas os mesmo formato, no lado direito das telas se encontram os botões de manutenção de dados, na parte inferior botões de navegação, contador e situação do registro. E na parte central as informações a armazenar.

Com os botões de manutenção de dados podemos realizar as seguintes operações incluir, alterar e excluir dados. Para incluir novas informações deve-se clicar no botão *incluir*, e logo depois *confirmar* ou *cancelar* a inclusão clicando-se nos respectivos botões. No processo de alteração, clica-se no botão *alterar* e depois nos botões *confirmar* ou *cancelar* para efetivar as modificações. Na exclusão faz-se necessário somente clicar no botão *Excluir* e uma a confirmação de sim ou não para exclusão dos dados do registro corrente.

Se houver a necessidade de confirmar se alguma disciplina já se encontra cadastrada, utiliza-se o botão *pesquisar* que chama a tela de pesquisa de Disciplina (Tela A.7.3.).

Para uma procurar mais exata utiliza os botões de navegação de dados que se encontram na parte inferior da tela. Eles possibilitam avançar e retroceder nos registros de um em um.

A.7.2. Tela de Cadastro Disciplinas

Cadastro Disciplina

Código
1419

Dados 1 | Ementa

Descrição
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PROGRAMAÇÃO HEURÍSTICA

Cod. Grupo Grupo Disciplina
3 COMPUTAÇÃO

Cód. Centro Centro
4 CENTRO DE C. EXATAS, AGRARIAS E DAS ENGENHARIAS

Número Créditos Carga Horária
5 75

Horário Normal
 Sim Não

Dividir Horários
 Sim Não

Sala Base Descrição Sala Base
1 SALA COMUM

Sala Auxiliar Descrição Sala Auxiliar
2 LABORATORIO DE INFORMÁTICA

Incluir
Alterar
Excluir
Confirmar
Cancelar
Pesquisar
Fechar
Carregar

Estado: Visualizar Registros : 2620

Para se localizar dados de disciplinas utiliza-se a tela de Pesquisa de Disciplina(Figura A.7.3.). Nesta tela pode-se localizar dados previamente cadastrados. Para isto basta escolher o tipo da informação a procurar em *Campo de Procurar* e depois digitar o que se deseja em *A Pesquisar* e depois no botão *Procurar* para executar a pesquisa. Após localizar os dados desejados clica-se no botão *Ok* fechar a janela de Pesquisa e posicionar o registro desejado no cadastro ou *Cancelar* para fechar a janela e abandonar a pesquisa.

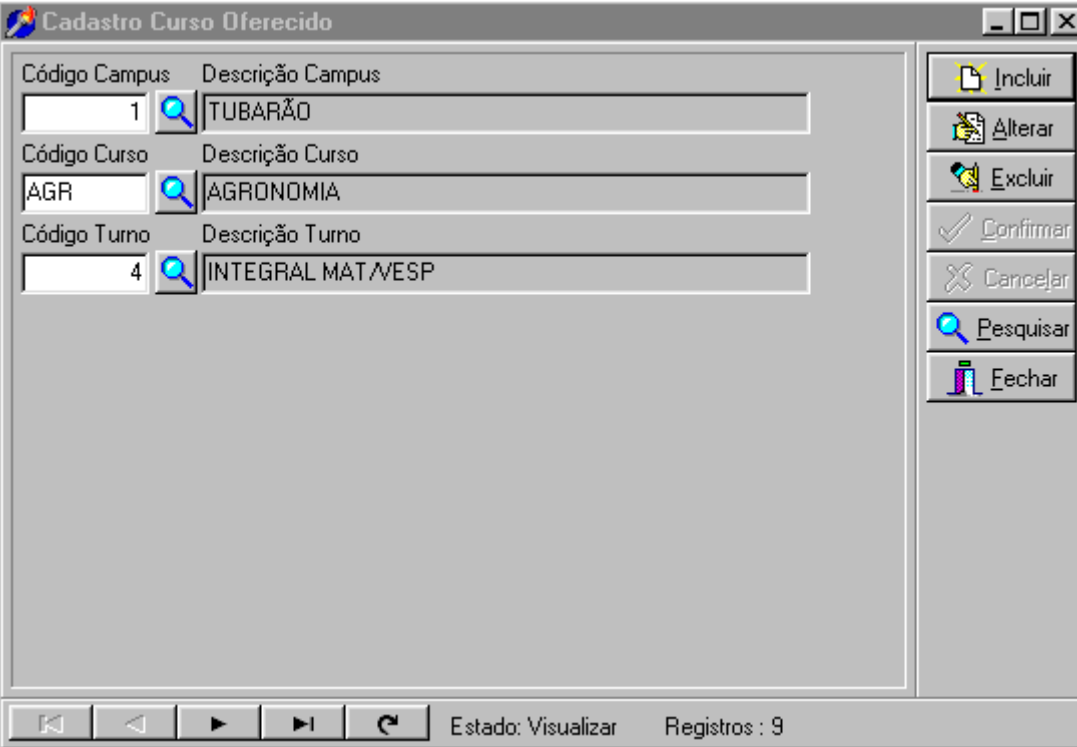
A.7.3. Tela de Pesquisa de Disciplinas

The screenshot shows a window titled "Pesquisa Disciplina" with a search bar and a table of disciplines. The search bar contains the text "%PROGRAMA%". The table has five columns: "Código", "Descrição", "Cod. Grupo", "Grupo Disciplina", and a small icon column. The table lists various disciplines, including "CURRICULOS E PROGRAMAS" and "ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM HIGIENE, ENFERMAGEM".

Código	Descrição	Cod. Grupo	Grupo Disciplina	
1983	CURRICULOS E PROGRAMAS	0	SEM GRUPO	
1192	CURRICULOS E PROGRAMAS I	0	SEM GRUPO	
475	CURRICULOS E PROGRAMAS I	0	SEM GRUPO	
2210	CURRICULOS E PROGRAMAS I	0	SEM GRUPO	
2017	CURRICULOS E PROGRAMAS II	0	SEM GRUPO	
476	CURRICULOS E PROGRAMAS II	0	SEM GRUPO	
316	ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM HIGIENE, ENFERMAGEM	0	SEM GRUPO	
2426	ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM HIGIENE, ENFERMAGEM	0	SEM GRUPO	
1419	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PROGRAMAÇÃO HEURÍSTICA	3	COMPUTAÇÃO	
2614	LABORATÓRIO DE PROGRAMAÇÃO	3	COMPUTAÇÃO	
2424	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C	3	COMPUTAÇÃO	

Como nem todos os cursos são oferecidos em um mesmo *campi* e turno. É necessário prévio cadastrar deles. Para isto utiliza-se a tela de Cadastro de Curso Oferecido que pode ser visto na Tela A.7.4. Os procedimentos para inclusão são os mesmo de Cadastros.

A.7.4. Tela de Cadastro de Cursos Oferecidos



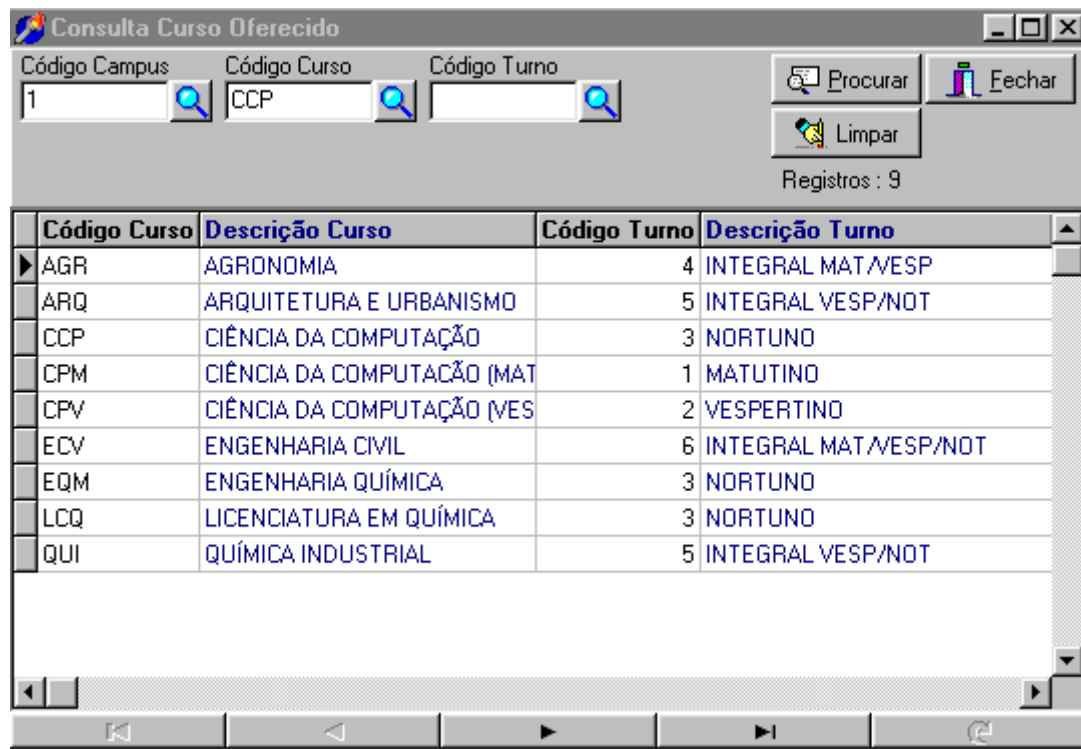
The screenshot shows a software window titled "Cadastro Curso Oferecido". It contains a table with three rows of data. Each row has a search icon to its right. To the right of the table is a vertical sidebar with seven buttons: "Incluir", "Alterar", "Excluir", "Confirmar", "Cancelar", "Pesquisar", and "Fechar". At the bottom of the window, there are navigation buttons and a status bar showing "Estado: Visualizar" and "Registros : 9".

Código Campus	Descrição Campus
1	TUBARÃO
Código Curso	Descrição Curso
AGR	AGRONOMIA
Código Turno	Descrição Turno
4	INTEGRAL MAT/VESP

Para se consultar quais os cursos são oferecidos em campus, ou quais os cursos de um turno pode-se utilizar a tela de Consulta de Cursos Oferecidos que permite localizar estes dados (Figura A.7.5.).

Na sua utilização basta informar uma das três informações ou suas combinações e clicar no botão procurar para executar a busca.

A.7.5. Tela do Consulta de Cursos Oferecidos



A Tela do Gerador de Horário(Tela A.7.6.) permite da inclusão, alteração dos parâmetros do gerador de horário, como também a visualização dos horários gerados em uma geração específica.

Os seguintes parâmetros podem ser especificados:

- Tamanho da População;
- Número de Gerações;
- Percentual de Elitização;
- Percentual de Cruzamento do Cromossomo Principal
- Percentual de Mutação do Cromossomo Principal
- Percentual de Cruzamento do Cromossomo Secundário
- Percentual de Mutação do Cromossomo Secundário

Após especificar os parâmetros basta clicar no botão *gênesis* para executar o algoritmo genético.

Algumas funções foram colocadas para visualizar o fitness das gerações e populações através dos botões *Geração* e *População*.

Bem como um que permite visualizar e imprimir o horário gerado.

A.7.6. Tela do Gerador de Horário

Gerador de Horário

Gerações: 10 Cromossomo Principal Cromossomo Secundário
 População: 10 Crossover 75% Crossover 75%
 Elites: 50% Mutaçao 50% Mutaçao 50%

Salvar

Geração: 11
 Popula.: -1

Pop.\grad	Campus	Curso	Turno	Semes.	Disci.	G.Disci.	Horario
170 - 1	1	CCP	2	2	262	15	5
171 - 1	1	CCP	2	2	666	6	2
172 - 1	1	CCP	2	2	679	3	11
173 - 1	1	CCP	2	2	682	3	8
174 - 1	1	CCP	2	2	817	10	14
175 - 1	1	CCP	2	3	261	16	5

Tempo Geração:
 Tempo Inicial: 11:45:25 Tempo Total: 00:01:00
 Tempo DB: 11:45:59 Total Elementos :
 Tempo Final: 11:46:26

Estatísticas Fitness
 Máximo: 325 Crossover Cromossomo P.: 30
 Mínimo: 312 Mutacao Cromossomo P.: 14
 Média: 317,1 Crossover Cromossomo S.: 2069
 Fitness: 3171 Mutacao Cromossomo S.: 1241
 Elitizados: 60

Imprimir
 Geração
 População
 Cromossomos
 Gênesis
 Exibição
 Fechar

A.8. Orientação a Objetos

O termo Orientação a Objeto possui diversos conceitos. Diferentes sistemas utilizam a orientação a objeto como modelo de implementação (linguagem de programação, banco de dados, interfaces gráficas, etc.) fazendo com que o termo tenha significados diferentes. Entretanto, existem alguns conceitos comuns que classificam um sistema como orientado a objeto.

A.8.1. O que é um Objeto

Desde os primeiros tempos de vida formamos conceitos. Cada conceito é uma idéia ou uma compreensão particular que temos de nosso mundo. Os conceitos que adquirimos nos permite compreender e raciocinar sobre as coisas ao nosso redor. As coisas, a que se aplicam nossos conceitos, são chamados de objetos. Um objeto pode ser real ou abstrato, tal como o exemplo a seguir:

- Uma fatura.
- Uma organização.
- Uma tela com o qual o usuário interage.
- Um mecanismo em um dispositivo robótico.
- Uma planta inteira de engenharia
- Um avião.
- Um ícone em uma tela, para o qual o usuário aponta e através do qual ele “abre”.
- Um processo de preenchimento de pedido.

Em orientação por objetos estamos interessados no comportamento do objeto. Se estamos projetando software, os módulos do software baseado em objeto são baseados em tipos de objetos. O Software que implementa o objeto contém estruturas de dados e operações que expressam o comportamento do objeto. As operações são codificadas como métodos. A representação que o

software baseado em objeto faz do objeto é, portanto, uma coleção de tipos de dados e métodos embalados juntos.

Um objeto é qualquer coisa, real ou abstrata, sobre a qual armazenamos dados e realizamos operações que manipulam estes dados.

Um objeto pode ser composto de outros objetos. Esses objetos, por sua vez, podem ser compostos de outros objetos, tal como uma máquina é composta de subconjuntos que são compostos de outros subconjuntos. Essa estrutura intrincada dos objetos dá margem para que sejam definidos objetos muito complexos.

A.8.2. O que é um tipo de Objeto?

Os conceitos que temos aplicam-se a espécies específicas de objetos. Por exemplo, *Empregado* aplica-se àqueles objetos que são pessoas empregadas pela mesma organização. Uma instância de *Empregado* é uma pessoa específica. Na orientação por objetos, esses conceitos são chamados tipos de objetos; suas instâncias são chamadas objetos.

- Um tipo de objeto é uma categoria de objeto.
- Um objeto é uma instância de um tipo de objeto.

A.8.3. Classe de Objetos

O termo classe se refere à implementação, no software, do tipo de objeto. Uma classe de objetos descreve um grupo de objetos com propriedades semelhantes (atributos), o mesmo comportamento (operações) e os mesmos relacionamentos com outros objetos. A abreviação *classe* é freqüentemente utilizada em lugar de classe de objetos.

A.8.4. Operações

Operações são usadas para ler ou manipular os dados de um objeto. As operações em um tipo de objeto se referem apenas às estruturas de dados daquele tipo de objeto. Elas não devem acessar diretamente as estruturas de dados de outro objeto. Para utilizar a estrutura de dados de outro objeto, elas devem enviar uma mensagem àquele objeto.

Um objeto é, pois, uma coisa que tem suas propriedades representadas por tipos de dados e seus comportamentos representados por operações.

A.8.5. Herança

Um conceito genérico que temos sobre as coisas pode ser dividido em conceitos especializados. A programação orientada a objeto oferece uma maneira de relacionar classes umas com as outras por meio de hierarquias.

No nosso dia-a-dia, esse processo está presente quando dividimos classes em subclasses, mantendo-se o princípio de que cada subclasse herda as características da classe da qual foi derivada. Além das características herdadas, cada subclasse tem suas características particulares.

A.8.6. Métodos

Um método é a implementação de uma função dentro de um objeto. Os métodos determinam o comportamento que um objeto deve Ter quando receber determinada mensagem. Os métodos estão diretamente associados aos objetos de um tipo de objeto e são invocados pela referência do objeto.

A.8.7. Mensagens

Mensagens são enviadas a um objeto para que ele execute uma determinada tarefa. Uma mensagem é uma chamada direta a um determinado

método de um objeto. O método solicitado é executado, sendo que este pode acionar outros métodos e ainda retornar algum valor.

As mensagens caracterizam a comunicação entre objetos. Um objeto responde a uma mensagem executando o método correspondente.

A.8.8. Encapsulamento

O encapsulamento (também chamado de ocultamento de informações) consiste na separação dos aspectos externos de um objeto, acessíveis por outros objetos, dos detalhes internos da implementação daquele objeto, que ficam ocultos dos demais objetos. O encapsulamento impede que um programa se torne tão interdependente que uma pequena modificação possa causar grandes efeitos de propagação.

A.8.9. Abstração

A abstração consiste na concentração nos aspectos essenciais, próprios, de uma entidade e em ignorar suas propriedades acidentais. Na implementação de software, isso significa concentrar-se no que um objeto é e faz, antes de decidir como ele deve ser implementado. O uso da abstração preserva a liberdade de se tomar decisões evitando, tanto quanto possível, comprometimentos prematuros com detalhes.

A.9. Construção Computacional do Cromossomo

Para a representação do cromossomo de forma computacional, foi utilizada uma modelagem orientada a objeto. Foram criadas classes para representar alguns objetos dentro de Algoritmos Genéticos. Como várias gerações se fazem necessárias, uma lista de gerações deve ser criada, sendo que cada posição desta lista será um objeto do tipo geração.

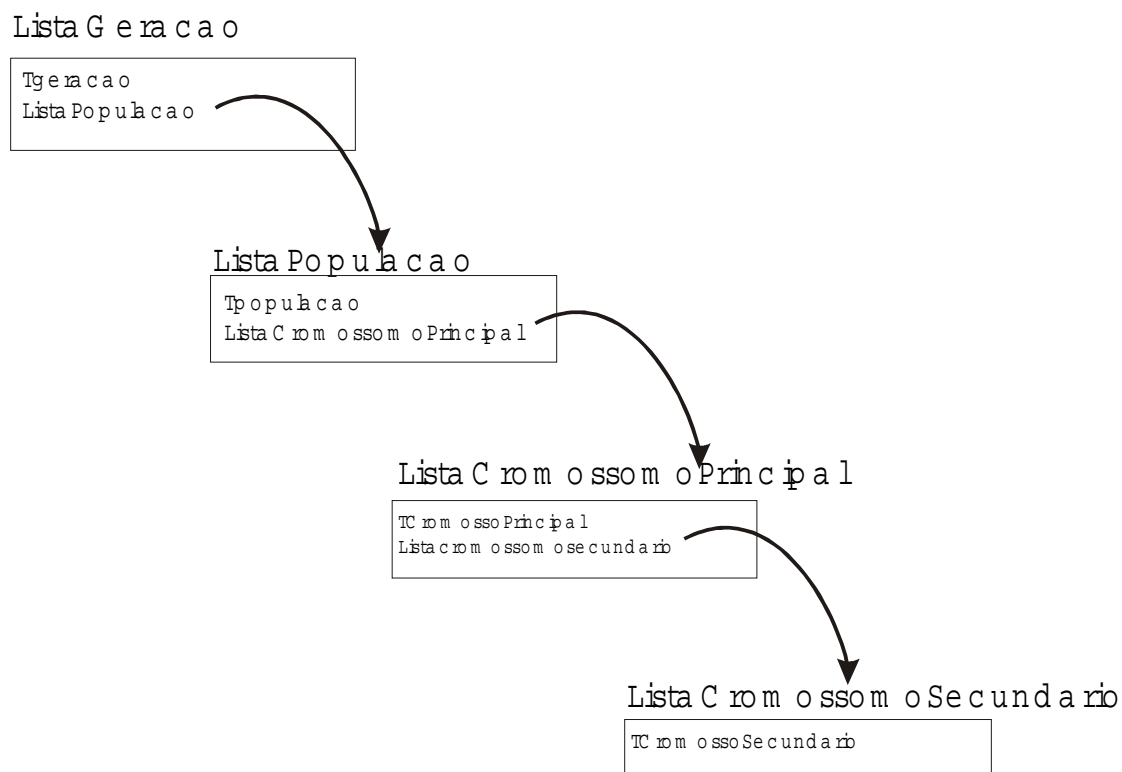
- As classes utilizadas na implementação do modelo foram:
 - Classe Geração

- Classe População
- Classe Cromossomo Principal
- Classe Cromossomo Secundário
- Classe List

Uma descrição mais detalhada das classes é apresentada no A.10. Definição das Classes.

Para que haja uma ligação entre as representações, e para manter a integridade do problema, é necessário um encadeamento das classes, como representado na Figura A.2.

Figura A. 2 - Encadeamento dos Objetos



A.10. Definição das Classes

Cada classe será representada da seguinte forma:

- Nome da Classe: O nome de como o tipo do objeto é designado na implementação;
- Propriedades: Características da classe;
- Métodos Privativos: Operações definidas para a classe que podem somente ser acessadas dentro da classe;
- Métodos Públicos: Operações definidas para a classe que podem acessadas em qualquer lugar;

A.10.1. Classe Geração

A classe Geração tem como função representar as várias gerações que irão ser criadas a cada iteração.

Nome da Classe:

- TGeracao

Propriedades:

- Fitness: soma de todas as avaliações dos indivíduos.
- ListaPopulação: mantém uma lista de objetos do tipo população;
- Máximo: maior valor obtido na avaliação dos indivíduos da população;
- Média: média das avaliações de todos os indivíduos da população;
- Mínimo: menor valor obtido na avaliação dos indivíduos da população.

Métodos Privativos:

- Elitizar: realiza a elitização dos indivíduos de uma população, a partir de parâmetros;
- JogarMoeda: utilizado para decidir se um operador será executado, ou não, simula a roleta;
- Selecao: seleciona um indivíduo na lista da população a ser utilizado na geração da nova população;
- TransferePopulacao: utilizado para criar uma copia da população, afim de não perder nenhum indivíduo.

Métodos Públicos:

- AvaliarGeracao: executa a avaliação de cada indivíduo da lista de População, os métodos de avaliação são implementados no objeto população;
- Create: cria um novo objeto do tipo Geração;
- Destroy, destruir um objeto do tipo Geração;
- Estatística, gera as informações para preencher as características de uma geração;
- EsvaziaListaPopulacao, limpa a lista de população dos indivíduos;

- GerarNovaPopulacao, gera a nova população utilizando os operadores de cada indivíduo da população, sem feitos em função de parâmetros específicos;
- GerarPopulacaoInicial, gera a população inicial da geração;
- Tamanho, conta o número indivíduos na lista de população.

A.10.2. Classe População

A classe População é o tipo que compõe cada indivíduo da lista de população da classe geração. Ele tem como função manter uma lista do Cromossomo Principal.

Nome da Classe:

- TPopulacao

Propriedades:

- Fitness1, recebe o valor da avaliação 1 utilizando o critério de choque de horário neste indivíduo desta população;
- Fitness2, recebe o valor da avaliação 2 utilizando o critério de choque de recurso neste indivíduo desta população;
- ListaCromossomoPrincipal, mantém uma lista de objetos do tipo Cromossomo Principal.

Métodos Privativos:

- Avaliacao1, executa a avaliação 1 na lista do cromossomo principal;
- Avaliacao2, executa a avaliação 2 na lista do cromossomo principal;
- DescarregaListaAvaliacao1, utilizada para limpar a lista de avaliação do tipo 1;
- DescarregaListaAvaliacao2, utilizada para limpar a lista de avaliação do tipo 2;
- ExisteListaAvaliacao1, utilizado para verificar se um indivíduo existem em uma lista do tipo da avaliação 1;

- ExisteListaAvaliacao2, utilizado para verificar se um indivíduo existem em uma lista do tipo da avaliação 2;
- IncluiListaAvaliacao1, utilizada para incluir elementos na lista de avaliação 1;
- IncluiListaAvaliacao2, utilizada para incluir elementos na lista de avaliação 2;
- JogarMoeda, utilizado para decidir se o operador de cruzamento ou mutação será executado, ou não, simula a roleta;
- SomaListaAvaliacao1, utilizado para fazer o somatório das ocorrências na lista de avaliação1;
- SomaListaAvaliacao2, utilizado para fazer o somatório das ocorrências na lista de avaliação2;
- TrocamutacaoPrincipal; utilizado para realizar a troca de informações na mutação da estrutura principal.

Métodos Públicos:

- Avaliacao; realiza as duas operações de avaliação 1 e 2 simultaneamente;
- Create, cria um novo objeto do tipo população;
- CrossoverPrincipal, realiza a operação de cruzamento entre duas lista de cromossomo principal, utilizando o operador de cruzamento pmx com ponto de corte;
- CrossoverPrincipalPmx, realiza a operação de cruzamento entre duas lista de cromossomo principal, utilizando o operador de cruzamento pmx sem o ponto de corte;
- Destroy, destruir um objeto do tipo população;
- EsvaziaListaCromossomoPrincipal, utilizado para limpar a lista de indivíduos do cromossomo principal;
- MutacaoCromossoPrincipal, realiza a operação de mutação, trocando as informações de dois pontos selecionados aleatoriamente na lista do cromossomo principal;
- Tamanho, retorna o tamanho da lista de cromossomo principal;

- `TransfereCromossomoPrincipal`, utilizado para criar uma cópia da lista do cromossomo principal, afim de não perder nenhum indivíduo.

A.10.3. Classe Cromossomo Principal

A classe `Cromossomo Principal` é o que representa um curso dentro de um turno, referente a um semestre curricular;

Nome da Classe:

- `TcromossomoPrincipal`;

Propriedades:

- `Codigo_Campus`, armazena o código do campus;
- `Codigo_Curso`, armazena o código do curso;
- `Codigo_Turno`, armazena o código do turno desta turma;
- `ListaCromossomoSecundário`, mantém a lista de disciplinas para este curso, turno e semestre curricular;
- `Numero_Semestre_Curricular`, armazena o número do semestre curricular.
- Métodos Privativos:
 - `JogarMoeda`, utilizado para decidir se o operador de cruzamento ou mutação será executado, ou não, simula a roleta;
 - `TrocamutacaoSecundario`; utilizado para realizar a troca de informações na mutação da estrutura secundária.

Métodos Públicos:

- `Create`, cria um novo objeto do tipo `Cromossomo Principal`;
- `CrossoverSecundario`, realiza a operação de cruzamento entre duas lista de cromossomo secundário, utilizando o operador de cruzamento PMX com ponto de corte;

- `CrossoverSecundarioPmx`, realiza a operação de cruzamento entre duas lista de cromossomo secundário, utilizando o operador de cruzamento `pmx` sem o ponto de corte;
- `Destroy`, destruir um objeto do tipo `Cromossomo Principal`;
- `EsvaziaListaCromossomoSecundario`, utilizado para limpar a lista de indivíduos do cromossomo secundário;
- `MutacaoCromossoSecundario`, realiza a operação de mutação, trocando as informações de dois pontos selecionados aleatoriamente na lista do cromossomo secundário;
- `Tamanho`, retorno o número de disciplinas na lista de cromossomo secundário;
- `TransfereCromossomoSecundario`, utilizado para criar uma copia da lista do cromossomo secundário, afim de não perder nenhum indivíduo.

A.10.4. Classe Cromossomo Secundário

A classe `Cromossomo Secundário` é o que representa cada turma no universo da instituição;

Nome da Classe:

- `TcromossomoSecundario`;

Propriedades:

- `Codigo_Disciplina`, armazena o código da disciplina;
- `Codigo_Grupo_Disciplina`, armazena o código do grupo da disciplina;
- `Codigo_Horario`, armazena o horário desta disciplina.

Métodos Públicos:

- `Create`, criar um novo objeto do tipo `Cromossomo Secundário`.
- `Destroy`, destruir um objeto do tipo `Cromossomo Secundário`.

A.10.5. Classe List

A classe Lista é usada para manter listas de objetos. A propriedade List é uma lista de ponteiros para todos os objetos da lista. Esta foi usada para manter lista dos objetos de gerações, população, estrutura primária e secundária.

Nome da Classe:

- TList;

Propriedades:

- Capacity, especifica o tamanho da memória necessária para manter a lista de objetos;
- Count, indica o número de objetos na lista;
- Items, especifica um objeto da lista de objetos através de um índice.

Métodos:

- Add, insere um novo objeto no final da lista;
- Clear, apaga todos os objetos da lista;
- Create, criar um novo objeto do tipo Tlist;
- Delete, apaga um objeto de uma posição específica na lista;
- Destroy, destrói um objeto do tipo Tlist;
- Exchange, troca de lugar dois objetos da lista, através da especificação de dois índice;
- Pack, apaga da lista de objetos as entradas vazias.

A.11. Fluxo do Algoritmo Genético

Abaixo é apresentado o fluxo básico do algoritmo genético do modelo.

Criar a Lista de Gerações
Gerar a População Inicial a partir dos Dados
Avaliar a População da Geração Atual
Gerar as Estatísticas da Geração Atual
Adicionar a Nova Geração a Lista de Gerações
Repita
 Incrementar a Quantidade de Gerações
 Gerar uma Nova Geração
 Adicionar a Nova Geração a Lista de Gerações
 Esvaziar a Geração Anterior
 Avaliar a População da Geração Atual
 Gerar as Estatísticas da Geração Atual
Até que a Quantidade de Gerações seja igual à quantidade
desejada

B. ANEXO – AMOSTRA DE DADOS

B.1. Grade Horária Inicial

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 1

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MATEMÁTICA AP AGRONOMIA	QUÍMICA AGRÍ AGRONOMIA	INTRODUÇÃO à AGRONOMIA	BIOLOGIA GERA QUÍMICA		
-			BOTÂNICA AGRÍ AGRONOMIA			

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 2

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	BIOQUÍMICA AGRONOMIA	DESENHO TÉCNI AGRONOMIA	INTRODUÇÃO à QUÍMICA		ANATOMIA E FI AGRONOMIA	
1 - 4	ANATOMIA E FI AGRONOMIA	BOTÂNICA ECON QUÍMICA				

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 3

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	GENÉTICA E ME AGRONOMIA	PROCESSAMENTO INFORMATICA	SOCIOLOGIA RU HUMANAS	ESTATÍSTICA (ESTATISTICA		
1 - 4	ANATOMIA E FI AGRONOMIA			ZOOLOGIA GERA AGRONOMIA		

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 4

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	AGROMETEOROLO AGRONOMIA	ECONOMIA AGRÍ AGRONOMIA	FÍSICA DESENHO	ZOOTECNIA GER AGRONOMIA		
-			EXPERIMENTAÇÃO AGRONOMIA	ENTOMOLOGIA (AGRONOMIA		

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 5

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	AGROBIOTECNOL AGRONOMIA	FITOSSANIDADE AGRONOMIA	BROMATOLOGIA AGRONOMIA	ECONOMIA AGRÍ AGRONOMIA		
-			MICROBIOLOGIA AGRONOMIA			

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 6

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ADMINISTRAÇÃO AGRONOMIA	NUTRIÇÃO ANIM AGRONOMIA	FERTILIDADE E AGRONOMIA	TECNOLOGIA DE AGRONOMIA		
1 - 4	MECANIZAÇÃO A TOPOGRAFIA		TOPOGRAFIA AGRONOMIA			

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 7

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	ADMINISTRAÇÃO AGRONOMIA	IRRIGAÇÃO E D AGRONOMIA	ZOOTECNIA I AGRONOMIA	LAVOURAS ECON AGRONOMIA	
1 - 4	HORTICULTURA AGRONOMIA			TECNOLOGIA DE AGRONOMIA	

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 8					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ZOOTECNIA II AGRONOMIA	HORTICULTURA AGRONOMIA	COMERCIALIZAÇ AGRONOMIA	SILVICULTURA AGRONOMIA	
-		RECURSOS NATU AGRONOMIA	MANEJO E CONS AGRONOMIA		

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 9					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	EXTENSÃO RURA AGRONOMIA	CONSTRUÇÕES R AGRONOMIA	TECNOLOGIA E AGRONOMIA	ECOLOGIA E DE AGRONOMIA	PROJETOS AGRO AGRONOMIA
1 - 4	PSICULTURA AGRONOMIA				

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 10					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
-		ESTÁGIO TÉCNI AGRONOMIA		DISCIPLINAS O	TRÊS PROJETOS MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: ARQ /Semestre: 1					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	LÍNGUA PORTUG LETRAS	FILOSOFIA SOC HUMANAS	SOCIOLOGIA E ARQUITETURA	INICIAÇÃO à A ARQUITETURA	MATEMÁTICA PA MATEMATICA
1 - 4	ARTE E ESTÉTI ARQUITETURA	GEOMETRIA APL DESENHO	INTRODUÇÃO às DESENHO		

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: ARQ /Semestre: 2					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	HISTÓRIA DA A ARQUITETURA	TEORIA DA ARQ ARQUITETURA	FÍSICA I FÍSICA	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	SEMINÁRIO DE HUMANAS
1 - 4	EXPRESSION GRÁ DESENHO	MATEMÁTICA PA MATEMATICA	GEOMETRIA APL DESENHO	MODELAGEM ARQUITETURA	

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: ARQ /Semestre: 3					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURAS I ENGENHARIA	PROJETO ARQUI ARQUITETURA	HABITABILIDAD ARQUITETURA	MATERIAIS DE ENGENHARIA	EXPRESSION GRÁ DESENHO
1 - 4	TOPOGRAFIA AP TOPOGRAFIA	HISTÓRIA DA A ARQUITETURA	ORGANIZAÇÃO D ARQUITETURA		

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: ARQ /Semestre: 4					

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO DE PA ARQUITETURA	HISTÓRIA DA A ARQUITETURA	HABITABILIDAD ARQUITETURA	SISTEMAS CONS ARQUITETURA	SISTEMAS DE C ARQUITETURA
-		PROJETO ARQUI ARQUITETURA	ESTRUTURAS II ENGENHARIA	COMPUTAÇÃO GR ARQUITETURA	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 5					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	SISTEMAS DE C ARQUITETURA	COMPUTAÇÃO GR ARQUITETURA	PROJETO ARQUI ARQUITETURA	HISTÓRIA DA A ARQUITETURA	
1 - 4	SISTEMAS CONS ARQUITETURA		PROJETO DE UR ARQUITETURA	ESTRUTURAS II ENGENHARIA	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 6					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURAS IV ENGENHARIA	PROJETO DE UR ARQUITETURA	SISTEMAS DE C ARQUITETURA	MÉTODOS E TÉC ARQUITETURA	PATOLOGIA DAS ARQUITETURA
1 - 4	REABILITAÇÃO ARQUITETURA			PROJETO ARQUI ARQUITETURA	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 7					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURAS V ENGENHARIA	ANÁLISE CRÍTI ARQUITETURA	SISTEMAS DE C ARQUITETURA		ESTÁGIO EM AR ARQUITETURA
1 - 4	PROJETO ARQUI ARQUITETURA				

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 8					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO ARQUI ARQUITETURA	PLANEJAMENTO ARQUITETURA	ANÁLISE CRÍTI ARQUITETURA	SISTEMAS DE C ARQUITETURA	
1 - 4	ESTÁGIO EM AR ARQUITETURA				

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 9					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TRABALHO DE C ARQUITETURA				

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 10					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TRABALHO DE C ARQUITETURA				

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 1					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TécNICAS DE P COMPUTAÇÃO	METODOLOGIA C LETRAS	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	LÍNGUA PORTUG LETRAS	MATEMÁTICA Bá MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 2					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTATÍSTICA I ESTATISTICA	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 3					

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	INGLÊS LETRAS	TÉCNIC LETRAS	FILOSOFIA I HUMANAS	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	CÁLCULO I MATEMATICA
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 4						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURA DE COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	ÁLGEBRA DE BO COMPUTAÇÃO	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	CÁLCULO II MATEMATICA	
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 5						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTRODUÇÃO à COMPUTAÇÃO	ESTRUTURA DE MATEMATICA	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 6						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TEORIA DE GRA COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	MATEMÁTICA FI MATEMATICA	
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 7						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	LABORATÓRIO D COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	PROGRAMAÇÃO L COMPUTAÇÃO	
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 8						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE DE AL COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	ARQUITETURA D COMPUTAÇÃO	SIMULAÇÃO DE COMPUTAÇÃO	
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 9						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ADMINISTRAÇÃO COMPUTAÇÃO	INTELIGÊNCIA COMPUTAÇÃO	SOCIOLOGIA HUMANAS	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	OPTATIVA I	
Campus: 1 /Turno: 1 /Curso: CCP /Semestre: 10						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	AUDITORIA DE COMPUTAÇÃO	O PROFISSIONA COMPUTAÇÃO	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	OPTATIVA II	
Campus: 1 /Turno: 2 /Curso: CCP /Semestre: 1						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	LÍNGUA PORTUG LETRAS	METODOLOGIA C LETRAS	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	MATEMÁTICA Bá MATEMATICA	
Campus: 1 /Turno: 2 /Curso: CCP /Semestre: 2						
		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	ESTATÍSTICA I ESTADÍSTICA	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	ÁLGEBRA LINEA MATEMÁTICA
-------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 3

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	FILOSOFIA I HUMANAS	CÁLCULO I MATEMÁTICA
-------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 4

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	ESTRUTURA DE COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	ÁLGEBRA DE BO COMPUTAÇÃO	CÁLCULO II MATEMÁTICA
-------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 5

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	ESTRUTURA DE MATEMÁTICA	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO	CÁLCULO NUMÉR MATEMÁTICA	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO
-------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 6

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	TEORIA DE GRA COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	MATEMÁTICA FI MATEMÁTICA
-------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 7

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	LABORATÓRIO D COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	PROGRAMAÇÃO L COMPUTAÇÃO
-------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 8

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	ANÁLISE DE AL COMPUTAÇÃO	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	ARQUITETURA D COMPUTAÇÃO	SIMULAÇÃO DE COMPUTAÇÃO
-------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 9

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	ADMINISTRAÇÃO COMPUTAÇÃO	INTELIGÊNCIA COMPUTAÇÃO	SOCIOLOGIA HUMANAS	OPTATIVA I MATEMÁTICA
-------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------	--------------------------

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 10

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	AUDITORIA DE COMPUTAÇÃO	O PROFISSIONA COMPUTAÇÃO	OPTATIVA II MATEMÁTICA
-------	-----------------------------	-------------------------	----------------------------	-----------------------------	---------------------------

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: CCP / Semestre: 1

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA

1 - 4	LÍNGUA PORTUG	MÉTODOS COMPU	TÉCNICAS DE P	METODOLOGIA C	MATEMÁTICA Bá
-------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

	LETRAS	INFORMATICA	COMPUTAÇÃO	LETRAS	MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 2					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	ESTATÍSTICA I ESTATISTICA	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 3					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	FILOSOFIA I HUMANAS	CÁLCULO I MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 4					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	ESTRUTURA DE COMPUTAÇÃO	ÁLGEBRA DE BO COMPUTAÇÃO	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	CÁLCULO II MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 5					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	ESTRUTURA DE MATEMATICA	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 6					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	TEORIA DE GRA COMPUTAÇÃO	MATEMÁTICA FI MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 7					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	LABORATÓRIO D COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	PROGRAMAÇÃO L COMPUTAÇÃO

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 8					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	ARQUITETURA D COMPUTAÇÃO	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	ANÁLISE DE AL COMPUTAÇÃO	SIMULAÇÃO DE COMPUTAÇÃO

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 9					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	INTELIGÊNCIA COMPUTAÇÃO	SOCIOLOGIA HUMANAS	ADMINISTRAÇÃO COMPUTAÇÃO	OPTATIVA I

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 10					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	AUDITORIA DE COMPUTAÇÃO	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	O PROFISSIONA COMPUTAÇÃO	OPTATIVA II

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 1

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CÁLCULO I	ÁLGEBRA LINEA	MÉTODOS COMPU			METODOLOGIA C
	MATEMATICA	MATEMATICA	INFORMATICA			LETRAS
1 - 4	INTRODUÇÃO à	GEOMETRIA DES	FÍSICA I			
	FISICA	TOPOGRAFIA	FISICA			
1 - 4	SOCIOLOGIA GE					
	HUMANAS					

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 2

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	DESENHO TÉCNI	TOPOGRAFIA	QUÍMICA GERAL			ÁLGEBRA LINEA
	ENGENHARIA	TOPOGRAFIA	QUIMICA			MATEMATICA
-		FÍSICA II	GEOLOGIA			
-		FISICA	GEOLOGIA			
			CÁLCULO II			
			MATEMATICA			

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 3

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CÁLCULO III	CÁLCULO VETOR	MATERIAIS DE	MECÂNICA I		SEMINÁRIO DE
	MATEMATICA	MATEMATICA	ENGENHARIA	ENGENHARIA		HUMANAS
1 - 4	TRANSPORTES I	DESENHO ARQUI	PROBABILIDADE			
	TRANSPORTE	INFORMATICA	MATEMATICA			

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 4

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MATERIAIS DE	LÍNGUA PORTUG	CÁLCULO NUMÉR	RESISTÊNCIA D		EQUAÇÕES DIFE
	ENGENHARIA	LETRAS	MATEMATICA	ENGENHARIA		ENGENHARIA
-		MECÂNICA II				
-		ENGENHARIA				
-		TRANSPORTES I				
		TRANSPORTE				

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 5

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TRANSPORTES I	TEORIA DAS ES	CONSTRUÇÃO CI	CIÊNCIAS DO A		FENÔMENOS DE
	TRANSPORTE	ENGENHARIA	ENGENHARIA	QUIMICA		ENGENHARIA
-				RESISTÊNCIA D		FÍSICA III
				ENGENHARIA		FISICA

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 6

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	HIDROLOGIA AP	SEMINÁRIO DE	HIDRÁULICA GE	MECÂNICA DOS		CONSTRUÇÃO CI
	ENGENHARIA	HUMANAS	ENGENHARIA	ENGENHARIA		ENGENHARIA
1 - 4	INTRODUÇÃO à		FÍSICA IV			
	ARQUITETURA		FISICA			
-			TEORIA DAS ES			
			ENGENHARIA			

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 7

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MECÂNICA DOS	ESTRUTURAS DE	INTRODUÇÃO AO	DESENHO ESTRU		PSICOLOGIA SO

-	ENGENHARIA	ENGENHARIA INSTALAÇÕES H ENGENHARIA	ARQUITETURA	DESENHO SANEAMENTO B ENGENHARIA	HUMANAS CONSTRUÇÃO CI ENGENHARIA
---	------------	---	-------------	---------------------------------------	--

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 8

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INSTALAÇÕES C SEGURANÇA	FUNDAÇÕES ENGENHARIA	INTRODUÇÃO à HUMANAS	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA	SOCIOLOGIA HUMANAS	PROJETOS I DESENHO
-		INSTALAÇÕES E ENGENHARIA	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA			

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 9

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FILOSOFIA SOC HUMANAS	ESTRUTURAS ME ENGENHARIA	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA	LEGISLAÇÃO AP HUMANAS	FUNDAMENTOS D SEGURANÇA	
1 - 4	PLANEJAMENTO ENGENHARIA	PROJETOS II DESENHO				
1 - 4	OPTATIVA I					

Campus: 1 / Turno: 6 / Curso: ECV / Semestre: 10

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ADMINISTRAÇÃO ENGENHARIA	PROJETOS III DESENHO	ÉTICA HUMANAS	ENGENHARIA EC ENGENHARIA		
1 - 4	TRABALHO DE C DESENHO	OPTATIVA II	ESTÁGIO SUPER ENGENHARIA			

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 1

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA GERAL QUÍMICA	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	METODOLOGIA D LETRAS	CÁLCULO I MATEMATICA	DESENHO TÉCNI ENGENHARIA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 2

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FILOSOFIA DA HUMANAS	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	QUÍMICA INORG QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	CÁLCULO II MATEMATICA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 3

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	CÁLCULO III MATEMATICA	ANÁLISE INSTR QUÍMICA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 4

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ELETROTÉCNICA FÍSICA	EQUAÇÕES DIFE ENGENHARIA	SEMINÁRIO DE HUMANAS	FÍSICA V FÍSICA	MATERIAIS E C QUÍMICA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 5

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	BALANÇOS DE M	PROBABILIDADE	HIGIENE E SEG	CALOR E MÁQUI	TERMODINÂMICA	

	QUIMICA	MATEMATICA	SEGURANÇA	FISICA	FISICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: EQM /Semestre: 6					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MECÂNICA I ENGENHARIA	GERENCIAMENTO ENGENHARIA	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	PSICOLOGIA OR ENGENHARIA	ENGENHARIA BI ENGENHARIA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: EQM /Semestre: 7					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CINÉTICA QUÍM QUIMICA	SOCIOLOGIA IN ENGENHARIA	RESISTÊNCIA D ENGENHARIA	ADMINISTRAÇÃO ENGENHARIA	ENGENHARIA BI ENGENHARIA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: EQM /Semestre: 8					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FILOSOFIA SOC HUMANAS	ANÁLISE TÉCNI ENGENHARIA	FENÔMENOS DE TRANSPORTE	INSTRUMENTAÇÃO QUIMICA	OPERAÇÕES UNI QUIMICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: EQM /Semestre: 9					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ENGENHARIA AM ENGENHARIA	CONTROLE DE P ENGENHARIA	ESTÁGIO I [EQ QUIMICA	LABORATÓRIO D ENGENHARIA	OPERAÇÕES UNI QUIMICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: EQM /Semestre: 10					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	OPERAÇÕES UNI QUIMICA	LABORATÓRIO D QUIMICA	ANÁLISE, SIMU ENGENHARIA	ESTÁGIO II [E QUIMICA	PROCESSOS E I ENGENHARIA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 1					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA	METODOLOGIA C LETRAS	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	QUÍMICA GERAL QUIMICA	MATEMÁTICA BÁ MATEMATICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 2					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTATÍSTICA ESTATISTICA	CÁLCULO I MATEMATICA	QUÍMICA INORG QUIMICA	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	QUÍMICA INORG QUIMICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 3					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	CÁLCULO II MATEMATICA	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	FÍSICA I FISICA	MINERALOGIA QUIMICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 4					

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	OPTATIVA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	FÍSICA II FISICA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 5						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	FÍSICA III FÍSICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	PSICOLOGIA DA HUMANAS	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 6						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	ANÁLISE INSTR QUÍMICA	PSICOLOGIA DA HUMANAS	SEMINÁRIO DE HUMANAS	FÍSICA IV FÍSICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 7						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	ANÁLISE INSTR QUÍMICA	ÉTICA E LEGIS HUMANAS	DIDÁTICA HUMANAS	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 8						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	FILOSOFIA DA HUMANAS	CIÊNCIAS DO A QUÍMICA	EVOLUÇÃO DA Q QUÍMICA	INSTRUMENTAÇÃO QUÍMICA	ESTRUTURA E F HUMANAS	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 9						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
-		ESTÁGIO SUPER HUMANAS		ESTÁGIO SUPER HUMANAS		

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 10						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
-			ESTÁGIO SUPER HUMANAS	ESTRUTURA E F HUMANAS		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 1						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	QUÍMICA GERAL QUÍMICA	METODOLOGIA C LETRAS	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA	MATEMÁTICA BÁ MATEMATICA	
-						

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 2						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	CÁLCULO I MATEMATICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA		FILOSOFIA SOC HUMANAS	FÍSICA I FÍSICA	
1 - 4	QUÍMICA INORG QUÍMICA	QUÍMICA INORG QUÍMICA		SOCIOLOGIA AP HUMANAS		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 3						
----- HORARIO -----						
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
1 - 4	QUÍMICA ORGÂN	QUÍMICA ANALÍ		PSICOLOGIA AP	FÍSICA II	

1 - 4	QUIMICA QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	QUIMICA CÁLCULO II MATEMATICA	HUMANAS ESTATÍSTICA ESTATISTICA	FISICA
-------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	--------

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 4

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	FÍSICA III FISICA	GERENCIAMENTO ENGENHARIA	
1 - 4	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA		QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 5

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	DESENHO TÉCNI ENGENHARIA	MINERALOGIA QUIMICA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA
1 - 4	QUÍMICA BIOLÓ QUIMICA		ANÁLISE INSTR QUIMICA		

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 6

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE INSTR QUIMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	CIÊNCIAS DOS QUIMICA	QUÍMICA INDUS QUIMICA	
1 - 4	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	QUÍMICA BIOLÓ QUIMICA			

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 7

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ALIMENTOS I QUIMICA	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	ÉTICA E LEGIS HUMANAS	CERÂMICA QUIMICA	QUÍMICA INDUS QUIMICA
1 - 4	QUÍMICA INDUS QUIMICA	SEMINÁRIO DE HUMANAS	POLÍMEROS QUIMICA		

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 8

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTÁGIO SUPER ENGENHARIA	CIÊNCIAS DO A QUIMICA	ALIMENTOS II QUIMICA	PROCESSAMENTO QUIMICA	HIGIENE E SEG SEGURANÇA
1 - 4	PROCESSAMENTO QUIMICA				

B.2. Grade Horária Final

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 1

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTRODUÇÃO À AGRONOMIA	BOTÂNICA AGRÍ AGRONOMIA		QUÍMICA AGRÍC AGRONOMIA	BIOLOGIA GERA QUIMICA
1 - 4	MATEMÁTICA AP AGRONOMIA				

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 2

HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	BOTÂNICA ECON QUIMICA	ANATOMIA E FI AGRONOMIA	INTRODUÇÃO À QUIMICA	ANATOMIA E FI AGRONOMIA	DESENHO TÉCNI AGRONOMIA

		BIOQUÍMICA AGRONOMIA				

Campus: 1 /Turno: 2 /Curso: CCP /Semestre: 2						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	ESTATÍSTICA I ESTATISTICA	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA	

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 4						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	EXPERIMENTAÇÃO AGRONOMIA	AGROMETEOROLO AGRONOMIA	ECONOMIA AGRÍ AGRONOMIA	ENTOMOLOGIA (AGRONOMIA	ZOOTECNIA GER AGRONOMIA	
1 - 4	FÍSICA DESENHO					

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 5						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	MICROBIOLOGIA AGRONOMIA	ECONOMIA AGRÍ AGRONOMIA	AGROBIOTECNOL AGRONOMIA	BROMATOLOGIA AGRONOMIA FITOSSANIDADE AGRONOMIA		
-						

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 3						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	FÍSICA I FÍSICA	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	CÁLCULO II MATEMATICA	MINERALOGIA QUÍMICA	

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: ARQ /Semestre: 1						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	FILOSOFIA SOC HUMANAS	GEOMETRIA APL DESENHO	ARTE E ESTÉTI ARQUITETURA	MATEMÁTICA PA MATEMATICA	SOCIOLOGIA E ARQUITETURA	
1 - 4	INICIAÇÃO à A ARQUITETURA	LÍNGUA PORTUG LETRAS	INTRODUÇÃO àS DESENHO			

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 8						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	RECURSOS NATU AGRONOMIA		ZOOTECNIA II AGRONOMIA HORTICULTURA AGRONOMIA	COMERCIALIZAÇ AGRONOMIA SILVICULTURA AGRONOMIA	MANEJO E CONS AGRONOMIA	
-						

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 9						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4	PROJETOS AGRO AGRONOMIA	TECNOLOGIA E AGRONOMIA	ECOLOGIA E DE AGRONOMIA CONSTRUÇÕES R AGRONOMIA	EXTENSÃO RURA AGRONOMIA PSICULTURA AGRONOMIA		
-						

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 10						

HORARIO						

	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	

1 - 4 TRÊS PROJETOS ESTÁGIO TÉCNICO DISCIPLINAS O
MATEMÁTICA AGRONOMIA

Campus: 1 / Turno: 4 / Curso: AGR / Semestre: 7

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ZOOTECNIA I	TECNOLOGIA DE	LAVOURAS ECON	ADMINISTRAÇÃO	
	AGRONOMIA	AGRONOMIA	AGRONOMIA	AGRONOMIA	
1 - 4	IRRIGAÇÃO E D		HORTICULTURA		
	AGRONOMIA		AGRONOMIA		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 2

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INGLÊS TÉCNIC	TEORIA DA ARQ	SEMINÁRIO DE	HISTÓRIA DA A	MODELAGEM
	LETRAS	ARQUITETURA	HUMANAS	ARQUITETURA	ARQUITETURA
1 - 4	FÍSICA I	EXPRESSION GRÁ	MATEMÁTICA PA	GEOMETRIA APL	
	FÍSICA	DESENHO	MATEMÁTICA	DESENHO	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 3

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURAS I	PROJETO ARQUI	TOPOGRAFIA AP	MATERIAIS DE	EXPRESSION GRÁ
	ENGENHARIA	ARQUITETURA	TOPOGRAFIA	ENGENHARIA	DESENHO
1 - 4	HABITABILIDAD		HISTÓRIA DA A	ORGANIZAÇÃO D	
	ARQUITETURA		ARQUITETURA	ARQUITETURA	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 4

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	SISTEMAS CONS	HISTÓRIA DA A	SISTEMAS DE C	ESTRUTURAS II	
	ARQUITETURA	ARQUITETURA	ARQUITETURA	ENGENHARIA	
1 - 4	COMPUTAÇÃO GR	HABITABILIDAD	PROJETO DE PA	PROJETO ARQUI	
	ARQUITETURA	ARQUITETURA	ARQUITETURA	ARQUITETURA	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 5

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	SISTEMAS DE C	HISTÓRIA DA A	ESTRUTURAS II	PROJETO ARQUI	
	ARQUITETURA	ARQUITETURA	ENGENHARIA	ARQUITETURA	
1 - 4	SISTEMAS CONS	COMPUTAÇÃO GR	PROJETO DE UR		
	ARQUITETURA	ARQUITETURA	ARQUITETURA		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 6

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO ARQUI	PATOLOGIA DAS		MÉTODOS E TÉC	SISTEMAS DE C
	ARQUITETURA	ARQUITETURA		ARQUITETURA	ARQUITETURA
1 - 4	PROJETO DE UR	ESTRUTURAS IV		REABILITAÇÃO	
	ARQUITETURA	ENGENHARIA		ARQUITETURA	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 7

HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURAS V	ESTÁGIO EM AR		PROJETO ARQUI	ANÁLISE CRÍTIC
	ENGENHARIA	ARQUITETURA		ARQUITETURA	ARQUITETURA
1 - 4	SISTEMAS DE C				
	ARQUITETURA				

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 8					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE CRÍTICA		PLANEJAMENTO	SISTEMAS DE C	ESTÁGIO EM AR
	ARQUITETURA		ARQUITETURA	ARQUITETURA	ARQUITETURA
1 - 4	PROJETO ARQUI				
	ARQUITETURA				

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 9					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
-			TRABALHO DE C		
			ARQUITETURA		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: ARQ / Semestre: 10					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
-				TRABALHO DE C	
				ARQUITETURA	

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 1					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	METODOLOGIA C	MÉTODOS COMPU	TÉCNICAS DE P	LÍNGUA PORTUG	MATEMÁTICA Bá
	LETRAS	INFORMATICA	COMPUTAÇÃO	LETRAS	MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 2					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTATÍSTICA I	INGLÊS TÉCNIC	SISTEMAS OPER	TÉCNICAS DE P	ÁLGEBRA LINEA
	ESTATISTICA	LETRAS	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 2					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ORGÂN	QUÍMICA INORG	FILOSOFIA SOC	FÍSICA I	QUÍMICA INORG
	QUIMICA	QUIMICA	HUMANAS	FISICA	QUIMICA
1 - 4	CÁLCULO I	SOCIOLOGIA AP			
	MATEMATICA	HUMANAS			

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 4					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	REDE DE COMPU	TÉCNICAS DE P	ESTRUTURA DE	ÁLGEBRA DE BO	CÁLCULO II
	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 5					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTRUTURA DE	REDE DE COMPU	INTRODUÇÃO à	CÁLCULO NUMÉR	TÉCNICAS DE P
	MATEMATICA	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	MATEMATICA	COMPUTAÇÃO

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 6					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	COMPILADORES	TEORIA DE GRA	BANCO DE DADO	ELETRÔNICA E	MATEMÁTICA FI
	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	COMPUTAÇÃO	MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 7					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	LABORATÓRIO D COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	PROGRAMAÇÃO L COMPUTAÇÃO

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 8					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	ANÁLISE DE AL COMPUTAÇÃO	ARQUITETURA D COMPUTAÇÃO	SIMULAÇÃO DE COMPUTAÇÃO

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 9					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	INTELIGÊNCIA COMPUTAÇÃO	SOCIOLOGIA HUMANAS	ADMINISTRAÇÃO COMPUTAÇÃO	OPTATIVA I

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 10					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	O PROFISSIONA COMPUTAÇÃO	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	AUDITORIA DE COMPUTAÇÃO	OPTATIVA II

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 1					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	METODOLOGIA C LETRAS	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	LÍNGUA PORTUG LETRAS	MATEMÁTICA Bá MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 4 / Curso: AGR / Semestre: 3					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANATOMIA E FI AGRONOMIA	PROCESSAMENTO INFORMATICA	GENÉTICA E ME AGRONOMIA ESTATÍSTICA (ESTATISTICA	SOCIOLOGIA RU HUMANAS	ZOOLOGIA GERA AGRONOMIA

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 3					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FILOSOFIA I HUMANAS	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	CÁLCULO I MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 4					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ÁLGEBRA DE BO COMPUTAÇÃO	ESTRUTURA DE COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	CÁLCULO II MATEMATICA

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 5					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	ESTRUTURA DE MATEMATICA	INTRODUÇÃO à COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO

Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 6					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	TEORIA DE GRA COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	MATEMÁTICA FI MATEMÁTICA
Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 7					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	LABORATÓRIO D COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	PROGRAMAÇÃO L COMPUTAÇÃO
Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 8					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	ANÁLISE DE AL COMPUTAÇÃO	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	ARQUITETURA D COMPUTAÇÃO	SIMULAÇÃO DE COMPUTAÇÃO
Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 9					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTELIGÊNCIA COMPUTAÇÃO	SOCIOLOGIA HUMANAS	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	ADMINISTRAÇÃO COMPUTAÇÃO	OPTATIVA I
Campus: 1 / Turno: 2 / Curso: CCP / Semestre: 10					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	AUDITORIA DE COMPUTAÇÃO	O PROFISSIONA COMPUTAÇÃO	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	OPTATIVA II
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: CCP / Semestre: 1					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	METODOLOGIA C LETRAS	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	LÍNGUA PORTUG LETRAS	MATEMÁTICA Bá MATEMÁTICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: CCP / Semestre: 2					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	ESTATÍSTICA I ESTATÍSTICA	ÁLGEBRA LINEA MATEMÁTICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: CCP / Semestre: 3					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FILOSOFIA I HUMANAS	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	CÁLCULO I MATEMÁTICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: CCP / Semestre: 4					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	ESTRUTURA DE COMPUTAÇÃO	ÁLGEBRA DE BO COMPUTAÇÃO	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	CÁLCULO II MATEMÁTICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 5

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTRODUÇÃO à COMPUTAÇÃO	REDE DE COMPU COMPUTAÇÃO	ESTRUTURA DE MATEMATICA	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 6

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	TEORIA DE GRA COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	MATEMÁTICA FI MATEMATICA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 7

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	LABORATÓRIO D COMPUTAÇÃO	COMPILADORES COMPUTAÇÃO	BANCO DE DADO COMPUTAÇÃO	PROGRAMAÇÃO L COMPUTAÇÃO	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 8

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ARQUITETURA D COMPUTAÇÃO	ANÁLISE DE AL COMPUTAÇÃO	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	ANÁLISE E PRO COMPUTAÇÃO	SIMULAÇÃO DE COMPUTAÇÃO	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 9

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTELIGÊNCIA COMPUTAÇÃO	SOCIOLOGIA HUMANAS	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	ADMINISTRAÇÃO COMPUTAÇÃO	OPTATIVA I	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: CCP /Semestre: 10

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS	PROJETO EM CI COMPUTAÇÃO	AUDITORIA DE COMPUTAÇÃO	O PROFISSIONA COMPUTAÇÃO	OPTATIVA II	

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 1

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	METODOLOGIA C LETRAS	CÁLCULO I MATEMATICA	SOCIOLOGIA GE HUMANAS	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA	INTRODUÇÃO à FISICA	
-		MÉTODOS COMPU INFORMATICA	GEOMETRIA DES TOPOGRAFIA		FÍSICA I FISICA	

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 2

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CÁLCULO II MATEMATICA	DESENHO TÉCNI ENGENHARIA	TOPOGRAFIA TOPOGRAFIA	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA		
1 - 4	FÍSICA II FISICA		QUÍMICA GERAL QUIMICA	GEOLOGIA GEOLOGIA		

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 3

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MATERIAIS DE ENGENHARIA	SEMINÁRIO DE HUMANAS	MECÂNICA I ENGENHARIA	CÁLCULO III MATEMATICA	DESENHO ARQUI INFORMATICA	

	CÁLCULO VETOR MATEMATICA	TRANSPORTES I TRANSPORTE		PROBABILIDADE MATEMATICA	

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 4					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MATERIAIS DE ENGENHARIA	LÍNGUA PORTUG LETRAS		RESISTÊNCIA D ENGENHARIA	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA
1 - 4	MECÂNICA II ENGENHARIA	TRANSPORTES I TRANSPORTE		EQUAÇÕES DIFE ENGENHARIA	

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 5					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	RESISTÊNCIA D ENGENHARIA	FENÔMENOS DE ENGENHARIA	CONSTRUÇÃO CI ENGENHARIA	CIÊNCIAS DO A QUIMICA	
1 - 4	FÍSICA III FÍSICA	TEORIA DAS ES ENGENHARIA	TRANSPORTES I TRANSPORTE		

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 6					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	SEMINÁRIO DE HUMANAS	HIDROLOGIA AP ENGENHARIA	INTRODUÇÃO à ARQUITETURA	HIDRÁULICA GE ENGENHARIA	MECÂNICA DOS ENGENHARIA
1 - 4	FÍSICA IV FÍSICA	TEORIA DAS ES ENGENHARIA		CONSTRUÇÃO CI ENGENHARIA	

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 7					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTRODUÇÃO AO ARQUITETURA	PSICOLOGIA SO HUMANAS	CONSTRUÇÃO CI ENGENHARIA	DESENHO ESTRU DESENHO	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA
1 - 4	MECÂNICA DOS ENGENHARIA		INSTALAÇÕES H ENGENHARIA	SANEAMENTO Bá ENGENHARIA	

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 8					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INTRODUÇÃO à HUMANAS	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA	INSTALAÇÕES C SEGURANÇA	FUNDAÇÕES ENGENHARIA	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA
1 - 4	INSTALAÇÕES E ENGENHARIA	SOCIOLOGIA HUMANAS			
1 - 4	PROJETOS I DESENHO				

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 9					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FILOSOFIA SOC HUMANAS	LEGISLAÇÃO AP HUMANAS	ESTRUTURAS DE ENGENHARIA	FUNDAMENTOS D SEGURANÇA	OPTATIVA I
1 - 4	PLANEJAMENTO ENGENHARIA	PROJETOS II DESENHO	ESTRUTURAS ME ENGENHARIA		

Campus: 1 /Turno: 6 /Curso: ECV /Semestre: 10					
	----- HORARIO -----				
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ADMINISTRAÇÃO ENGENHARIA	ENGENHARIA EC ENGENHARIA	PROJETOS III DESENHO	ÉTICA HUMANAS	ESTÁGIO SUPER ENGENHARIA
1 - 4	TRABALHO DE C DESENHO		OPTATIVA II		

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 1					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA GERAL QUÍMICA	METODOLOGIA D LETRAS	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	CÁLCULO I MATEMATICA	DESENHO TÉCNI ENGENHARIA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 2					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA INORG QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	FILOSOFIA DA HUMANAS	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	CÁLCULO II MATEMATICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 3					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	CÁLCULO III MATEMATICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	ANÁLISE INSTR QUÍMICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 4					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	EQUAÇÕES DIFE ENGENHARIA	SEMINÁRIO DE HUMANAS	MATERIAIS E C QUÍMICA	FÍSICA V FÍSICA	ELETROTÉCNICA FÍSICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 5					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	PROBABILIDADE MATEMATICA	CALOR E MÁQUI FÍSICA	HIGIENE E SEG SEGURANÇA	TERMODINÂMICA FÍSICA	BALANÇOS DE M QUÍMICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 6					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	GERENCIAMENTO ENGENHARIA	PSICOLOGIA OR ENGENHARIA	MECÂNICA I ENGENHARIA	CÁLCULO NUMÉR MATEMATICA	ENGENHARIA BI ENGENHARIA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 7					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CINÉTICA QUÍM QUÍMICA	ADMINISTRAÇÃO ENGENHARIA	RESISTÊNCIA D ENGENHARIA	SOCIOLOGIA IN ENGENHARIA	ENGENHARIA BI ENGENHARIA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 8					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ANÁLISE TÉCNI ENGENHARIA	FILOSOFIA SOC HUMANAS	INSTRUMENTAÇÃO QUÍMICA	FENÔMENOS DE TRANSPORTE	OPERAÇÕES UNI QUÍMICA
Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: EQM / Semestre: 9					
HORARIO					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CONTROLE DE P ENGENHARIA	OPERAÇÕES UNI QUÍMICA	ENGENHARIA AM ENGENHARIA	LABORATÓRIO D ENGENHARIA	ESTÁGIO I [EQ QUÍMICA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: EQM /Semestre: 10

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	OPERAÇÕES UNI QUIMICA	ANÁLISE, SIMU ENGENHARIA	LABORATÓRIO D QUIMICA	ESTÁGIO II [E QUIMICA	PROCESSOS E I ENGENHARIA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 1

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	METODOLOGIA C LETRAS	MÉTODOS COMPU INFORMATICA	QUÍMICA GERAL QUIMICA	ÁLGEBRA LINEA MATEMATICA	MATEMÁTICA Bá MATEMATICA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 2

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	QUÍMICA INORG QUIMICA	CÁLCULO I MATEMATICA	ESTATÍSTICA ESTATISTICA	QUÍMICA INORG QUIMICA	

Campus: 1 /Turno: 4 /Curso: AGR /Semestre: 6

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	NUTRIÇÃO ANIM AGRONOMIA	TECNOLOGIA DE AGRONOMIA	FERTILIDADE E AGRONOMIA	MECANIZAÇÃO A TOPOGRAFIA	ADMINISTRAÇÃO TOPOGRAFIA	AGRONOMIA

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 4

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FÍSICA II FISICA	OPTATIVA	QUÍMICA ANALÍ QUIMICA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 5

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FÍSICA III FISICA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	PSICOLOGIA DA HUMANAS	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	QUÍMICA ORGÂN QUIMICA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 6

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FÍSICA IV FISICA	PSICOLOGIA DA HUMANAS	ANÁLISE INSTR QUIMICA	SEMINÁRIO DE HUMANAS	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 7

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	ÉTICA E LEGIS HUMANAS	DIDÁTICA HUMANAS	ANÁLISE INSTR QUIMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUIMICA	

Campus: 1 /Turno: 3 /Curso: LCQ /Semestre: 8

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	INSTRUMENTAÇÃO QUIMICA	FILOSOFIA DA HUMANAS	CIÊNCIAS DO A QUIMICA	EVOLUÇÃO DA Q QUIMICA	ESTRUTURA E F HUMANAS	

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 9					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
-		ESTÁGIO SUPER HUMANAS	ESTÁGIO SUPER HUMANAS		

Campus: 1 / Turno: 3 / Curso: LCQ / Semestre: 10					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTÁGIO SUPER HUMANAS			ESTRUTURA E F HUMANAS	

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 1					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	QUÍMICA GERAL QUÍMICA	MÉTODOS COMPU INFORMÁTICA	METODOLOGIA C LETRAS	ÁLGEBRA LINEA MATEMÁTICA	
-		MATEMÁTICA Bá MATEMÁTICA			

Campus: 1 / Turno: 1 / Curso: CCP / Semestre: 3					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	SISTEMAS OPER COMPUTAÇÃO	FILOSOFIA I HUMANAS	TÉCNICAS DE P COMPUTAÇÃO	INGLÊS TÉCNIC LETRAS	CÁLCULO I MATEMÁTICA

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 3					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CÁLCULO II MATEMÁTICA	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	PSICOLOGIA AP HUMANAS		QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA
1 - 4	FÍSICA II FÍSICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	ESTATÍSTICA ESTATÍSTICA		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 4					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	GERENCIAMENTO ENGENHARIA	FÍSICA III FÍSICA	CÁLCULO NUMÉR MATEMÁTICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA
1 - 4	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA			

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 5					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	MINERALOGIA QUÍMICA	ANÁLISE INSTR QUÍMICA	DESENHO TÉCNI ENGENHARIA	QUÍMICA ANALÍ QUÍMICA	
1 - 4	QUÍMICA BIOLÓ QUÍMICA	QUÍMICA ORGÂN QUÍMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA		

Campus: 1 / Turno: 5 / Curso: QUI / Semestre: 6					
----- HORARIO -----					
	SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	ANÁLISE INSTR QUÍMICA	FÍSICO-QUÍMIC QUÍMICA	CIÊNCIAS DOS QUÍMICA	
1 - 4	QUÍMICA INDUS QUÍMICA		QUÍMICA BIOLÓ QUÍMICA		

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 7

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	CERÂMICA QUIMICA	POLÍMEROS QUIMICA	ALIMENTOS I QUIMICA	SEMINÁRIO DE HUMANAS		
1 - 4	QUÍMICA INDUS QUIMICA	QUÍMICA INDUS QUIMICA	ÉTICA E LEGIS HUMANAS	ORGANIZAÇÃO, HUMANAS		

Campus: 1 /Turno: 5 /Curso: QUI /Semestre: 8

		HORARIO				
		SEGUNDA	TERCA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
1 - 4	ESTÁGIO SUPER ENGENHARIA	PROCESSAMENTO QUIMICA	ALIMENTOS II QUIMICA	CIÊNCIAS DO A QUIMICA		
1 - 4	PROCESSAMENTO QUIMICA			HIGIENE E SEG SEGURANÇA		