

Daniela Costa de Sena
Orientador (a): Ma. Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond

**Alocação de Horários e Salas em Cursos
Universitários: Uma Revisão Sistemática da
Literatura e Um Estudo de Caso**

Picos - PI
Junho de 2018

Daniela Costa de Sena
Orientador (a): Ma. Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond

Alocação de Horários e Salas em Cursos Universitários: Uma Revisão Sistemática da Literatura e Um Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação. Orientador (a): Ma. Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond.

Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Bacharelado em Sistemas de Informação

Picos - PI
Junho de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

S474a Sena, Daniela Costa de

Alocação de Horários e Salas em Cursos Universitários:
uma revisão sistemática da literatura e um estudo de caso /
Daniela Costa de Sena.– 2018.

CD-ROM: il.; 4 ¾ pol. (83 f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Bacharelado em
Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Piauí,
Picos, 2018.

Orientador (a): Prof.^a Ma. Patricia Medyna Lauritzen de Lucena
Drumond.

1. Problema de Horários de Cursos Universitários. 2.
Problema de Atribuição de Salas de Aula. 3. Otimização
Combinatória. I. Título.

CDD 005

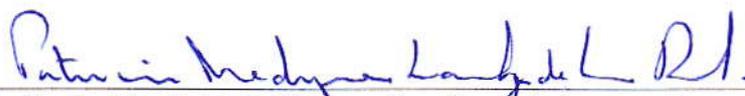
DANIELA COSTA DE SENA

ALOCAÇÃO DE HORÁRIOS E SALAS EM CURSOS UNIVERSITÁRIOS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA E UM ESTUDO DE CASO

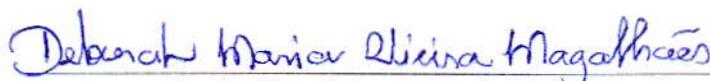
Monografia aprovada como exigência parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI. 19 de junho de 2018



Profª. Ma. Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond
Orientadora



Profª. Dra. Deborah Maria Vieira Magalhães
Membro



Prof. Dr. Antonio Ozeas de Carvalho Filho
Membro

Agradecimentos

A Deus, por ter me dado força para superar as dificuldades e por me manter mentalmente saudável até o fim do curso.

Aos meus pais, José Vicente da Costa e Josefa da Conceição Costa Sena, pelo amor, paciência e apoio. Ao meu irmão Daniel Costa de Sena e ao meu pai Raimundo Ferreira de Sena (Falecido).

À minha orientadora, Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond, pelo apoio e por ter acreditado na realização deste trabalho.

Aos professores, Patrícia Vieira, Airton Pereira, Alcilene Dalília, Dennis Sávio, Ivenilton Alexandre, Leonardo Pereira, Imperes Filho, Antônio Oseas, Fredison Muniz, Pamela Carvalho e Frank César, pelo compartilhamento de conhecimento e por contribuir para minha formação profissional.

Aos meus amigos, Fátima, Ivan, Jadielly, Boaz, Ricardo, Laise, Ramon, Otília, Deyse, Angra, Cidronio, Wallison, Fernando, José Hilton, Diego, Antônio, Micael Kaique, Lucas, Luciana, Rennan e Tiago Mendes, que me proporcionaram ótimos momentos de alegria e descontração.

À Universidade Federal do Piauí que me proporcionou a oportunidade de concluir o curso de Graduação em Sistemas de Informação.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação.

*"Dá instrução ao sábio, e ele se
fará mais sábio; ensina o justo
e ele aumentará em
entendimento."*

(Provérbios 9:9)

Resumo

As instituições de ensino superior enfrentam o mesmo dilema no início de cada semestre letivo. Esse dilema refere-se à alocação horários e salas. Devido a importância dos problemas e a dificuldade de se resolvê-los manualmente, existe a necessidade de propor soluções que apresentem resultados satisfatórios em tempo viável. O objetivo deste trabalho é identificar, analisar e descrever estudos, que tratem dos problemas citados, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, como também, realizar um Estudo de Caso na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), com o intuito de avaliar o desempenho e a usabilidade do *Free Timetabling Software* (FET) na alocação de horários e salas para o curso de Sistemas de Informação. Varias questões de pesquisa foram definidas para alcançar os resultados esperados. A fase de extração de dados permitiu conhecer os métodos, os *softwares*, as linguagens de programação e os tipos de soluções desenvolvidas com mais frequência, entre outros. Os resultados apontaram que apenas 7% dos trabalhos analisados desenvolveram um *software* que pudesse auxiliar diretamente os responsáveis pela alocação dos horários e salas. Os resultados obtidos na avaliação do FET mostram que o *software* é rápido e eficiente. Enquanto o *software* leva 0 ou 1 segundo para elaborar toda a grade e alocar as aulas nas respectivas salas, a forma manual requer 30 dias, aproximadamente. Diante disso, a utilização do FET é viável, pois reduz tempo e esforço dos coordenadores, reduz a quantidade de salas utilizadas e atende as preferências dos professores.

Palavras-chaves: Problema de Horários de Cursos Universitários. Problema de Atribuição de Salas de Aula. Otimização Combinatória.

Abstract

Higher education institutions face the same dilemma at the beginning of each school term. This dilemma refers to the allocation of schedules and rooms. Due to the importance of the problems and the difficulty of solving them manually, there is a need to propose solutions that present satisfactory results in a viable time. The objective of this work is to identify, analyze and describe studies that deal with the problems mentioned, through of a Systematic Review of Literature, as well as to carry out a Case Study at the Federal University of Piauí (UFPI), Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), in order to evaluate the performance and usability of the Free Timetabling Software (FET) in the allocation of timetables and rooms for the Information Systems course. Several research questions have been set to achieve the expected results. The phase of extraction of data allowed to know the methods, the software, the languages of programming and the types of solutions developed more frequently, among others. The results showed that only 7% of the analyzed works developed software that could directly assist those responsible for the allocation of schedules and rooms. The results obtained in the FET evaluation show that the software is fast and efficient. While the software takes 0 or 1 seconds to elaborate out the whole grid and allocate classes in the respective rooms, the manual form requires 30 days, approximately. Therefore, the use of FET is feasible, since it reduces the time and effort of the coordinators, reduces the number of rooms used and attends to the preferences of the teachers.

Keywords: University Course Timetabling Problem. Classroom Assignment Problem. Combinatorial Optimization.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Total de Trabalhos	25
Figura 2 – Quantidade de Trabalhos Analisados por Ano	41
Figura 3 – Tipos de Problemas	42
Figura 4 – Tipos de Solução	44
Figura 5 – Tela Inicial do FET	49
Figura 6 – Horário do 1º Período do Curso de SI	57
Figura 7 – Horário do 2º Período do Curso de SI	58
Figura 8 – Horário do 3º Período do Curso de SI	59
Figura 9 – Horário do 4º Período do Curso de SI	60
Figura 10 – Horário do 5º Período do Curso de SI	61
Figura 11 – Horário do 6º Período do Curso de SI	62
Figura 12 – Horário do 7º Período do Curso de SI	63
Figura 13 – Horário do 8º Período do Curso de SI	64
Figura 14 – Horário da Sala 809	77
Figura 15 – Horário da Sala 810	78
Figura 16 – Horário da Sala 811	79
Figura 17 – Horário da Sala 812	80
Figura 18 – Horário da Sala 815	81
Figura 19 – Horário da Sala 816	82

Lista de tabelas

Tabela 1 – Palavras-Chave	23
Tabela 2 – String de Busca	24
Tabela 3 – Critérios de Inclusão e Exclusão	24
Tabela 4 – Trabalhos Analisados do Ano 2017	29
Tabela 5 – Trabalhos Analisados do Ano 2016	33
Tabela 6 – Trabalhos Analisados do Ano 2015	37
Tabela 7 – Trabalhos Analisados do Ano 2014	40
Tabela 8 – Métodos mais utilizados	43
Tabela 9 – Complexidade dos Problemas	43
Tabela 10 – Origem das Instâncias	44
Tabela 11 – Linguagens de Programação	45
Tabela 12 – Solver	45
Tabela 13 – Softwares	45
Tabela 14 – Comparação de Aspectos/Funções dos Softwares	47
Tabela 15 – Preferências dos Professores do Curso de SI	50
Tabela 16 – Informações do Curso	52
Tabela 17 – Tempo de Execução do Software FET	56
Tabela 18 – Resultado do Questionário de Usabilidade	66

Lista de abreviaturas e siglas

PHCU	Problema de Horários de Cursos Universitários
PASA	Problema de Atribuição de Salas de Aula
PPH	Problema de Programação de Horários
UFPI	Universidade Federal do Piauí
CSHNB	Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
FET	Free Timetabling Software
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
AG	Algoritmos Genéticos
PLI	Programação Linear Inteira
PLIM	Programação Linear Inteira Mista
PLIB	Programação Linear Inteira Binária
SA	Simulated Annealing
GRASP	Greedy Randomized Adaptive Search Procedure
TS	Tabu Search
ILS	Iterated Local Search
IME	Instituto de Matemática e Estatística
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
LAHC	Late Acceptance Hill-Climbing
UGM	Universitas Gadjah Mada
AGSS	Auto-Generated Scheduling System
FKE	Faculty of Electrical Engineering
UiTM	Universiti Teknologi MARA
IA	Inteligência Artificial
UNIFOR	Universidade de Fortaleza

HCGA	Heurística Construtiva Gulosa e Aleatória
HCTG	Heurística Construtiva Totalmente Gulosa
ITC-2007	International Timetabling Competition 2007
CF	Colônia de Formigas
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
GAMS	General Algebraic Modeling System
VNS	Variable Neighborhood Search
ICT	Instituto de Ciência e Tecnologia
UFF	Universidade Federal Fluminense
CT	Centro de Tecnologia
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VBA	Visual Basic Application
DCOMP	Departamento de Computação
CCA	Centro de Ciências Agrárias
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFBA	Universidade Federal da Bahia
RG	Regulatory Algorithm
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UPE	Universidade de Pernambuco
GPU	Graphics Processing Units
IFCE	Instituto Federal do Ceará
ACOWSG	Ant Colony Optimization with Student Groupings
ACO	Ant Colony Optimization
DE	Departamento de Estatística
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
HC	Hill Climbing

AGc	Algoritmo Genético Compacto
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
USP	Universidade de São Paulo
UPF	Universidade de Passo Fundo
ABC	Artificial Bee Colony
PSO	Particle Swarm Optimization
GD	Great Deluge
SBPO	Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional
SIMPEP	Simpósio de Engenharia de Produção
ENECEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
TS	Tabu Search
MN	Metaheuristic Network
FIPP	Faculdade de Informática de Presidente Prudente
FCSIT	Faculty of Computer Science and Information Technology
UNIMAS	Universiti Malaysia Sarawak
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
ICEB	Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
INF	Instituto de Informática
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
PURO	Polo Universitário de Rio das Ostras
UFPR	Universidade Federal do Paraná
RNA	Redes Neurais Artificiais
FAGOC	Faculdade Governador Ozanam Coelho
DLMU	Dalian Maritime University

UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
RGA	Regulatory Algorithm
EA	Evolutionary Algorithms
SI	Sistemas de Informação

Sumário

1	Introdução	15
1.1	Objetivos Gerais e Específicos	16
1.2	Organização do Trabalho	17
2	Referencial Teórico	18
2.1	As Categorias do Problema de Programação de Horários Educacionais	18
2.2	Precursos do Problema de Horários de Cursos Universitários	20
3	Revisão Sistemática da Literatura	22
3.1	Planejamento	22
3.1.1	Questões de Pesquisa	22
3.1.2	Palavras Chaves	22
3.1.3	Fontes de Busca	23
3.1.4	String de Busca	23
3.1.5	Crítérios de Inclusão e Exclusão	24
3.2	Execução	24
3.2.1	Estratégia de Busca e Seleção dos Estudos	24
3.2.2	Extração dos Dados	25
3.3	Sumarização dos Resultados	26
3.4	Análise e Discussão dos Resultados	41
4	Estudo de Caso na UFPI	46
4.1	Análise Comparativa entre Softwares de Construção de Grade Horária	46
4.2	Descrição do Problema	49
4.3	Metodologia de Avaliação do Software FET	53
4.4	Avaliação do FET	54
4.5	Resultados	56
5	Conclusão	67
	Referências	68
	Apêndices	75
	APÊNDICE A Horários por Salas	76
	APÊNDICE B Roteiro de Teste	83

1 Introdução

O Problema de Programação de Horários (PPH) é um problema clássico de otimização combinatória, denominado *Timetabling Problem*, que trata da alocação de recursos em determinados horários, satisfazendo um conjunto de restrições impostas (CARVALHO et al., 2016; SCHAERF, 1999). O PPH pode ser aplicado a diversos contextos, em relação a área educacional, Schaerf (1999) classifica em três categorias: Problema de Horários de Escolas, Problema de Horários de Cursos Universitários e Problema de Horários de Exames.

O PPH, relacionado a área educacional, sempre recebeu muita atenção tornando-se um tema bem difundido e estudado na literatura. A solução manual desse problema não é uma tarefa simples, e as instituições precisam resolvê-lo anualmente ou semestralmente. Além disso, a alocação de horários de forma manual demanda bastante tempo e nem sempre é possível estabelecer uma solução satisfatória, ou mesmo viável, visto que é difícil atender todas as restrições dos envolvidos (CARVALHO et al., 2016; MOREIRA et al., 2016).

Este trabalho aborda o Problema de Horários de Cursos Universitários (PHCU) e o Problema de Atribuição de Salas de Aula (PASA). O PASA é considerado na literatura como parte integrante do PHCU. O PHCU trata da alocação semanal de horários de todas as disciplinas para todos os períodos dos cursos universitários determinando a relação entre professores, turmas e horários. O PASA considera que existem horários pré-estabelecidos de início e término das aulas para serem distribuídos nas salas disponíveis na instituição (SCHAERF, 1999; SILVA; SILVA, 2010).

Segundo Carvalho et al. (2016) e Moreira et al. (2016) o problema de programação de horários de cursos universitários é um dos problemas mais difíceis na área de otimização combinatória, uma vez que existe um grande número de restrições para a alocação e sua dificuldade aumenta na medida em que novas restrições são adicionadas. Schaerf (1999) classifica o PHCU como NP-Completo para a maioria das formulações, ou seja, uma solução exata só pode ser garantida para instâncias pequenas o que não corresponde à realidade das instituições de ensino superior.

Souza (2000) afirma que o PHCU é de difícil generalização, pois cada solução é implementada para atender as características específicas da instituição de ensino onde será aplicado. Diante disso, diversas soluções cada vez mais eficientes e que produzem soluções satisfatórias são implementadas para resolver o PHCU em uma quantidade de tempo aceitável. Uma análise comparativa entre as diversas soluções propostas fica prejudicada, pois cada instituição possui restrições específicas a sua realidade (CARVALHO et al., 2016).

Considerando o que foi exposto, este trabalho buscou investigar na literatura estudos

que apresentam soluções para o PHCU e para o PASA. Além disso, realizar um estudo de caso na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), utilizando o *Free Timetabling Software* (FET).

A tarefa de alocação de salas, construção e organização da grade horária, na UFPI, demanda tempo em virtude dos conflitos gerados pelos interesses dos professores em relação as disciplinas, dias e horários da semana, além da prioridade que a universidade dá aos alunos que estão no último período de graduação. Dessa forma, a importância desse trabalho se dá devido ao tempo gasto para gerar manualmente a grade horária dos cursos em cada semestre letivo, tarefa essa que é atribuída ao (a) coordenador (a) e vice-coordenador(a) da instituição em estudo.

Este trabalho buscou contribuir para a literatura a respeito dos PHCU e PASA, com uma sistematização de revisão da literatura. Por meio deste método foi possível agregar pesquisas recentes a respeito do tema e identificar seus elementos mais importantes. A contribuição deste trabalho está relacionada, também, com a realização de uma avaliação de desempenho e de usabilidade de um *software* comercial, especificamente, o *software* FET. Por meio deste trabalho foi possível validar a eficiência do FET e apresentá-lo como solução viável para redução de tempo e esforço dos responsáveis pela confecção de grade horária no curso de Sistemas de Informação na UFPI/CSHNB.

Como limitações de pesquisa, aponta-se o desconhecimento de informações de outros cursos da UFPI/CSHNB, pois os coordenadores apontaram impedimentos e dificuldades na disponibilização das informações necessárias, como também, na realização dos testes de usabilidade. Além disso, não foi possível descrever os métodos e comparar a qualidade dos resultados obtidos por cada *software* descrito na seção 4.1 do capítulo 4, pois haveria um custo alto para aquisição da licença de cada sistema.

1.1 Objetivos Gerais e Específicos

O objetivo deste trabalho é identificar, analisar e descrever estudos que tratem do problema de elaboração de grade horária e alocação de salas em cursos universitários. Como também, apresentar uma solução que possa auxiliar coordenadores e vice-coordenadores na resolução do problema, a fim de favorecer e satisfazer o rendimento acadêmico do corpo docente e discente.

Os objetivos específicos consistem em:

- Desenvolver uma Revisão Sistemática da Literatura;
- Realizar uma análise comparativa entre *softwares* comerciais para confecção de grade horária;
- Avaliar o desempenho e a usabilidade de um *software* comercial grátis e de código aberto para alocação de horários e salas.

1.2 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico. O Capítulo 3 descreve a revisão sistemática realizada neste trabalho. O Capítulo 4 expõe o estudo de caso realizado na UFPI e por fim, as conclusões no Capítulo 5.

2 Referencial Teórico

O presente capítulo dedica-se a apresentar mais detalhadamente as categorias do problema de programação de horários educacionais e os precursores do PHCU.

2.1 As Categorias do Problema de Programação de Horários Educacionais

O PPH consiste em combinar (ou projetar) uma sequência de aulas em um determinado período de tempo, satisfazendo um conjunto de restrições (SOUZA, 2000). Essas restrições podem estar associadas a preferências e disponibilidades de professores em relação a disciplinas, turmas, dias e horários semanais, como também, a preferências de alunos e espaços físicos disponíveis. Existem inúmeras variações do *Timetabling Problem* na literatura, em relação a área educacional Schaerf (1999) e Souza (2000) estabelece três classificações para o problema de programação de horários:

- **Problema de Horários de Escolas** (ou *School Timetabling Problem*): consiste na programação semanal de horários de todas as turmas da escola. O objetivo principal é evitar que um professor esteja alocado a duas turmas simultaneamente ou que duas turmas tenham aulas com um determinado professor em um mesmo horário (QUEIROZ; NEPOMUCENO, 2017; SALES; MÜLLER; SIMONETTO, 2015; SCHAERF, 1999).
- **Problema de Horários de Cursos Universitários** (ou *University Course Timetabling Problem*): consiste na programação semanal de horários de todas as disciplinas para todos os períodos dos cursos universitários determinando a relação professor/turma/horário. Diferencia-se do *School Timetabling Problem*, porque nesta classificação os estudantes podem escolher as disciplinas que desejam se matricular. O objetivo também é o de minimizar a sobreposição de disciplinas nos cursos que tem estudantes em comum (QUEIROZ; NEPOMUCENO, 2017; SALES; MÜLLER; SIMONETTO, 2015; SCHAERF, 1999).
- **Problema de Horários de Exames** (ou *Examination Timetabling Problem*): trata a programação de exames para cursos universitários, evitando sobreposições de exames de disciplinas que possuem estudantes em comum e distanciando as datas dos exames dos estudantes o máximo possível (SCHAERF, 1999; QUEIROZ; NEPOMUCENO, 2017; SALES; MÜLLER; SIMONETTO, 2015).

- **Problema de Atribuição de Salas de Aula** (ou *Classroom Assignment Problem*): o PASA é considerado um subproblema do PHCU e consiste em alocar as aulas das disciplinas a um conjunto de salas. O problema considera que existem horários pré-estabelecidos de início e término das aulas (SCHAERF, 1999; SALES; MÜLLER; SIMONETTO, 2015; QUEIROGA et al., 2015; PRADO; SOUZA, 2014; SILVA; SILVA, 2010).

Na segunda Competição Internacional de Horários (*International Timetabling Competition 2007* – (ITC-2007)) foram apresentadas duas variações do PHCU que são: Problema de Horários de Cursos baseado em Inscrição (*Post Enrolment Based Course Timetabling Problem*) e o Problema de Horários de Cursos baseado em Currículo (*Curriculum Based Course Timetabling Problem*) (JAENGCHUEA; LOHPETCH, 2015). A definição dessas variantes são descritas a seguir:

- **Problema de Horários de Cursos baseado em Inscrição** (PHC-BI) - os alunos escolhem as disciplinas que desejam cursar. A grade horária semanal é elaborada a partir da escolha de disciplinas e das disponibilidades horárias dos alunos (POULSEN; BUCCO; BANDEIRA, 2014; NOGAREDA; CAMACHO, 2017; QUEIROZ; NEPOMUCENO, 2017; PHILLIPS et al., 2017; TEOH; ABDULLAH; HARON, 2015).
- **Problema de Horários de Cursos baseado em Currículo** (PHC-BC) - a grade horária semanal é construída de modo que as turmas de disciplinas de um mesmo semestre de um currículo vigente não tenham choques de horários. Dessa forma, o curso disponibiliza os horários das turmas de disciplinas e, posteriormente, os alunos se matriculam (POULSEN; BUCCO; BANDEIRA, 2014; NOGAREDA; CAMACHO, 2017; QUEIROZ; NEPOMUCENO, 2017; PHILLIPS et al., 2017; TEOH; ABDULLAH; HARON, 2015).

O PHC-BI e o PHC-BC tratam da construção das grades horárias semanais dos cursos, no qual se conhece um conjunto de salas, um conjunto de dias letivos e um conjunto de períodos de tempo no qual cada dia letivo é dividido. Queiroz e Nepomuceno (2017) afirma que a alocação dos professores de cada disciplina já é conhecida no PHC-BC. Apesar de serem, na essência, problemas diferentes, essas variantes atendem ao mesmo propósito. Por esse motivo, muitos estudos agrupam essas variações, denominando-as de PHCU (POULSEN; BUCCO; BANDEIRA, 2014).

Para a solução do problema de alocação de horários, o atendimento de todas as restrições é desejável, porém, nem sempre é possível se realizar. Geralmente, dois tipos distintos de restrições, conhecidos como rígidas (*hard*) e flexíveis (*soft*), devem ser abordados ao gerar uma solução de tabela de horários (JAENGCHUEA; LOHPETCH, 2015) (TEOH;

ABDULLAH; HARON, 2015; FONG et al., 2014; FONG; ASMUNI; MCCOLLUM, 2015; BADONI; GUPTA, 2015).

- Restrições Rígidas: são as que não podem ser violadas e devem ser atendidas a qualquer custo, tendo em vista que o não atendimento inviabiliza a solução;
- Restrições Flexíveis: são aquelas cujo atendimento é desejável, mas caso não seja possível atendê-las, a solução não é inviabilizada.

Os horários sem violação das restrições rígidas são conhecidos como horários viáveis, enquanto a satisfação das restrições flexíveis deve ser maximizada, determinando a qualidade dos horários. Nesse contexto, o horário ótimo tem que satisfazer todas as restrições rígidas e deve satisfazer as restrições flexíveis o máximo possível (JAENGCHUEA; LOHPETCH, 2015; TEOH; ABDULLAH; HARON, 2015; FONG et al., 2014; FONG; ASMUNI; MCCOLLUM, 2015; BADONI; GUPTA, 2015; WENDT; MÜLLER, 2017; GALL; SILVA, 2016).

2.2 Precusores do Problema de Horários de Cursos Universitários

O problema de programação de horários educacionais tem sido objeto de estudo há bastante tempo pela comunidade científica. Uma atenção maior foi dada ao problema na década de 60, quando Gotlieb (1963) e Csima e Gotlieb (1964) iniciaram o processo de automatização do problema de programação de horários de universidades (SILVA; MACHADO; CAMPOS, 2016; CARVALHO et al., 2016; MOREIRA et al., 2016; ROCHA, 2013; SILVA, 2014).

Carvalho et al. (2016) cita que, Csima e Gotlieb (1964) foram os precusores na automação do processo de gerar grades de horários propondo um método envolvendo matrizes binárias. A partir de então, este tema ganhou popularidade com os trabalhos de Schaerf (1999) e de outros autores. Além disso, o tema ganhou notoriedade com o desenvolvimento e aplicação de diversas abordagens, por exemplo:

- Coloração de Grafos
- Algoritmos Genéticos
- Programação Linear Inteira
- Programação Linear Inteira Mista
- Programação Linear Inteira Binária
- *Simulated Annealing*
- *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure*

- *Tabu Search*
- Colônia de Formigas
- Colônia de Abelhas
- *Iterated Local Search*

3 Revisão Sistemática da Literatura

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma técnica de pesquisa que visa avaliar estudos primários a fim de obter um melhor entendimento e aprofundar estudos em uma temática específica. A RSL está dividida em três fases: Planejamento, Execução e Sumarização dos Resultados (SANTANA; SILVEIRA, 2017).

3.1 Planejamento

A primeira fase da RSL é o Planejamento. Essa fase é responsável pela definição do protocolo da revisão. Essa fase é composta pelas questões de pesquisa, *string* de busca, fontes de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão, entre outros.

3.1.1 Questões de Pesquisa

Para realizar esta RSL, definiu-se uma questão de pesquisa principal: **Questão 1 - Quais são as técnicas ou modelos, combinados ou não, utilizados para alocação de horários e salas e que podem ajudar a desenvolver uma solução para uma instituição de ensino superior?** Em seguida definiu-se questões secundárias mais específicas que nortearam a seleção dos estudos primários a serem analisados:

- **Questão 2** - Como é definido a complexidade do problema de programação de horários de cursos universitários e do problema de alocação de salas?
- **Questão 3** - Qual a origem das instâncias utilizadas nas soluções implementadas?
- **Questão 4** - É desenvolvida alguma aplicação (Web, Desktop) que utiliza as soluções implementadas?
- **Questão 5** - Quais são as linguagens de programação e as ferramentas computacionais utilizadas para implementar as soluções propostas?

3.1.2 Palavras Chaves

A partir da definição das questões de pesquisa foram identificados os termos relacionados na busca de trabalhos. A Tabela 1 apresenta um conjunto de palavras-chave associadas a este trabalho. Essas palavras foram definidas por meio de uma revisão preliminar, onde buscou-se encontrar trabalhos, de forma aleatória, que tratassem dos problemas citados. As palavras expostas na Tabela 1 foram selecionadas por apresentarem alta frequência no título e nas palavras-chaves dos artigos encontrados na revisão preliminar.

Tabela 1: Palavras-Chave

Palavras-Chave
University Timetabling Problem
Couse Timetabling Problem
Classroom Assignment Problem
Alocação de Horários
Elaboração de Grade Horária
Alocação de Salas
Horários de Cursos Universitários
Programação de Horários
Grade de Horários

3.1.3 Fontes de Busca

As fontes de buscas selecionadas foram: *IEEE Xplore Digital Library*¹, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*². Essas bases de dados foram escolhidas para averiguar a amplitude do tema no âmbito internacional e também por indexar trabalhos que trata sobre otimização combinatória relacionada a área educacional.

Para averiguar a amplitude do tema no âmbito nacional, foram realizadas buscas manuais de artigos em anais de eventos relevantes na área informática, otimização combinatória, pesquisa operacional, ente outros. Os artigos foram selecionados nos anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e na Escola Regional de Informática do Goiás (ERIGO). A importância da busca manual de artigos se dá pelo fato da diminuição de problemas de indexação de artigos, que podem haver nas bibliotecas digitais, como também, pelo fato de se encontrar estudos relevantes que não utilizam as palavras-chave previstas na *string* de busca (SOUTO; TEDESCO, 2017).

3.1.4 String de Busca

Silva e Prado (2017) cita que segundo Costa (2010) as *strings* de busca são geradas a partir das estruturas das questões e da combinação das palavras-chave e sinônimos.

As palavras que compõem a *string* de busca foram inseridas entre aspas. Esse mecanismo permite retornar resultados que contenham apenas as palavras definidas ou suas variações na mesma ordem. O operador *OR* permite que os resultados sejam retornados mesmo quando contêm apenas uma das palavras digitadas. A *string* 1 foi utilizada nas bases de dados do IEEE e SciELO.

¹ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

² <http://www.scielo.org/php/index.php>

Tabela 2: String de Busca

Nº	String
(1) Inglês	"university timetabling problem"OR "course timetabling problem"OR "classroom assignment problem"

3.1.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

A inclusão e exclusão de trabalhos é determinada pela relevância em relação as questões de pesquisa. A Tabela 3 apresenta os critérios que foram levados em consideração na inclusão e exclusão de trabalhos.

Tabela 3: Critérios de Inclusão e Exclusão

Inclusão	Exclusão
1. Artigos publicados nos anos de 2014 à 2017; 2. Artigos que apresentam palavras da <i>string</i> de busca no seu título, resumo ou nas palavras-chaves; 3. Artigos escritos em português ou inglês; 4. Artigos publicados em simpósios, conferências, congressos, workshop; 5. Artigos que tratem do problema de alocação de horários ou salas em instituições de ensino superior.	1. Monografias, Teses e Dissertações; 2. Trabalhos incompletos, tais como, artigos curtos (2 páginas), pôsteres, painéis, patentes, citações, apresentações e livros; 3. Artigos duplicados; 4. Artigos escritos em idiomas diferentes do português ou inglês; 5. Trabalhos que não estão disponíveis na Web.

3.2 Execução

A fase de Execução é responsável pela busca e seleção dos estudos primários, avaliação da qualidade dos estudos, extração e síntese das informações.

3.2.1 Estratégia de Busca e Seleção dos Estudos

Após definir as questões de pesquisa, foi realizado a submissão da primeira *string* de busca, da Tabela 2, na base de dados do IEEE Xplore e SciELO e a submissão da segunda *string* no Google Acadêmico. A seleção de trabalhos nos anais do SBPO, ENEGEP e SIMPEP foi conduzida apenas por buscas manuais, ou seja, não foi utilizado *string* de busca para a pesquisa dos artigos.

Os artigos encontrados foram selecionados por meio da verificação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. A estratégia de seleção utilizada é composta por três filtros expostos a seguir:

- 1º Filtro: leitura do título, resumo e palavras-chave;
- 2º Filtro: leitura da introdução e conclusão, e a exclusão dos trabalhos duplicados;

- 3º Filtro: leitura completa dos estudos primários e extração dos dados.

3.2.2 Extração dos Dados

Após a aplicação da *string* de busca nas fontes citadas e após a busca manual nos anais dos eventos, foram retornados um total de 277 publicações. A Figura 1 apresenta a quantidade de trabalhos encontrados, aceitos e eliminados em cada base de dados. No 1º Filtro foram incluídos 68 publicações e eliminadas 209. No 2º Filtro foram eliminados 15 publicações, sendo que, 3 publicações foi por duplicação, ou seja, das 68 publicações apenas 50 artigos foram aceitos para análise. No 3º Filtro foi realizada a leitura e extração dos dados dos 50 artigos. As seguintes informações foram extraídas dos artigos:

- Técnicas ou Métodos de Solução do Problema (Algoritmo Genético, Busca Tabu)
- Tipo de Solução (Algoritmo, Modelo Matemático, *Software*)
- Tipo de Problema (PHCU, PASA, PHC-BC)
- Origem das Instâncias (Universidades, ITC-2007)
- Complexidade do Problema (NP-Difícil, NP-Completo)
- Linguagens de Programação (C++, C#, JAVA)
- Ferramentas Computacionais (IBM ILOG CPLEX, GAMS)

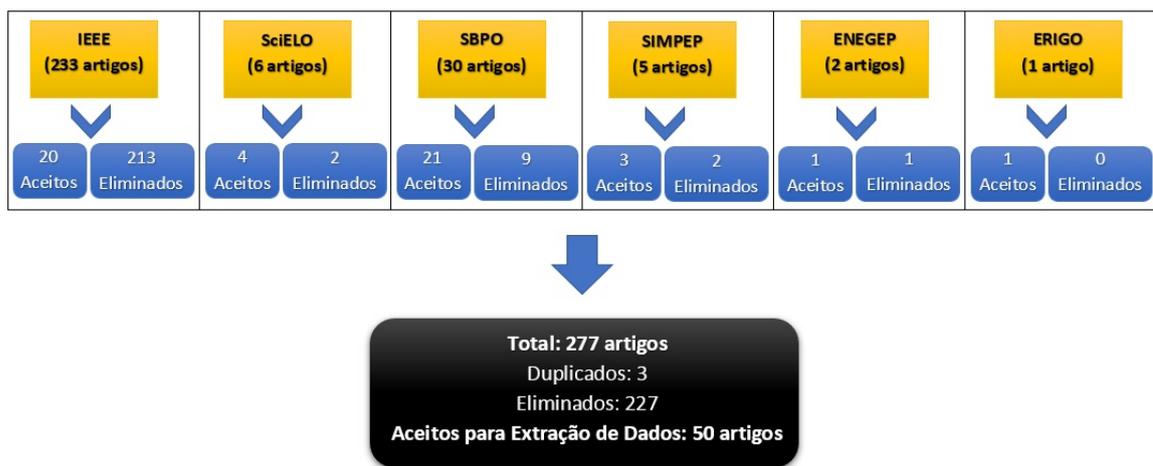


Figura 1: Total de Trabalhos

3.3 Sumarização dos Resultados

A partir da leitura dos artigos selecionados foram realizadas as análises e a síntese dos dados. Os objetivos dos artigos foram analisados e comparados com a proposta de pesquisa desta revisão. Por fim, com o resultado da leitura de cada artigo, buscou-se solução para as questões investigadas. A seguir é apresentado um pequeno resumo de cada artigo analisado, considerando essa ordem: 2017, 2016, 2015 e 2014.

Bucco, Bornia-Poulsen e Bandeira (2017) propuseram um modelo matemático para construir grades de horários de cursos universitários, otimizando a utilização de salas de aula. O modelo foi construído com a técnica de Programação Linear Inteira Mista (PLIM). Os experimentos computacionais realizados com uma base de dados real de uma universidade pública brasileira confirmam o bom desempenho da abordagem proposta, reduzindo consideravelmente a quantidade de salas utilizadas.

Costa, Coelho e Pinto (2017) trataram do PHCU e PASA no contexto do curso de Ciência da Computação do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IME/UERJ), utilizando as técnicas *Simulated Annealing* (SA) e *Late Acceptance Hill-Climbing* (LAHC).

Ferdiana, Ridwan e Hidayat (2017) implementaram um algoritmo pragmático para resolver o problema de programação de horários na *Universitas Gadjah Mada* (UGM). O algoritmo foi implementado na arquitetura de nuvem. Os autores concluíram que o algoritmo permite gerar horários em poucos minutos, em comparação com uma abordagem manual que levou três dias úteis.

Ilham et al. (2017) desenvolveram um sistema denominado de Sistema de Cronograma Auto-Gerado (*Auto-Generated Scheduling System - AGSS*) para geração automática de cronograma de horários. Nesse trabalho foram utilizados dados reais da Faculdade de Engenharia Elétrica (*Faculty of Electrical Engineering - FKE*), *Universiti Teknologi MARA* (UiTM), campus de Pasir Gudang. O AGSS tem como objetivo desenvolver uma tabela de horários automatizada usando um sistema especialista baseado em Inteligência Artificial (IA) com a opção de personalização do usuário.

Jamal (2017) apresentou um algoritmo baseado na Pesquisa Local Dispersa Múltipla (*Multiple Scattered Local Search*) para resolver o problema de programação de horários baseados em currículos. A Pesquisa Local Dispersa foi aprimorada aumentando a população inicial de programações geradas aleatoriamente no algoritmo de busca local. Os resultados do teste mostraram que a probabilidade de sucesso do algoritmo apresentado é melhor do que a Pesquisa Local Dispersa original e também melhor do que o Algoritmo Genético Híbrido para as mesmas instâncias do problema.

Queiroz e Nepomuceno (2017) desenvolveram um modelo matemático em Programação Linear Inteira (PLI) para auxiliar na confecção do quadro de horários das disciplinas do curso de Ciência da Computação da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Os Testes computacionais comprovam a possibilidade de se obter um quadro de horários viável em

tempo hábil satisfazendo os interesses dos professores quanto à alocação dos horários.

Monteiro et al. (2017) abordaram o problema de tabela-horário em universidades. Os autores utilizaram o modelo baseado em currículo de cursos, proposto no ITC-2007. Para solucionar o problema foi utilizada a meta-heurística *Iterated Local Search* (ILS) e a meta-heurística *Simulated Annealing* e Cadeia de Kempe como movimento de perturbação. Os autores apresentam que os resultados objetivos com o ILS+SA e Cadeia Kempe foi mais eficiente na exploração de espaços de soluções quando comparado ao método *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (GRASP) utilizado por Segatto et al. (2015).

Neto, Mariano e Farias (2017) apresentaram uma abordagem de proposta de grades de horários tendo como objetivo maximizar o horário do aluno levando em consideração o histórico de disciplinas cursadas e a grade de ofertas disponível. A proposta foi testada utilizando as meta-heurísticas Algoritmo Genético (AG) e Colônia de Formigas (CF). A validação da proposta foi realizada com uma base de dados do curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). O estudo experimental mostrou que a abordagem proposta produz uma grade de horário melhor do que a grade construída pelo aluno de forma manual.

Nunes, Silva e Neto (2017) desenvolveram um modelo matemático para resolver o problema de alocação de salas. Os autores utilizaram dados encontrados em Morais e Silva (2014) e outro baseado no caso real da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O modelo resultante é uma adaptação da modelagem apresentada para os problemas de designação. O modelo matemático desenvolvido e implementado no *software* GAMS (*General Algebraic Modeling System*) se mostrou eficaz na resolução do problema para pequenas e grandes instâncias.

Silva e Campos (2017) abordaram o problema de alocação de horários baseado em uma instituição de ensino superior privada. Para a resolução do problema foi construído um modelo matemático baseado em Programação Inteira e quatro algoritmos baseados nas heurísticas: AG-MaxHorario, SA-ILS, HySST e WDJU. Os experimentos comprovam que o SA-ILS e o WDJU obtêm resultados melhores que as outras heurísticas e o modelo matemático.

Vianna et al. (2017) desenvolveram três heurísticas para o problema de programação de horários universitários. As heurísticas foram baseadas nas meta-heurísticas GRASP, ILS e VNS e foram aplicadas aos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal Fluminense (UFF). As heurísticas ILS e VNS mostraram-se superiores a GRASP, sendo que, a VNS foi a que obteve melhores resultados.

Wendt e Müller (2017) apresentaram um algoritmo para solução do problema de alocação de salas do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Wendt e Müller (2017) desenvolveram uma interface via Excel e um modelo matemático multi-índice, programado em linguagem VBA (Visual Basic Application).

Esse trabalho foi uma melhoria da pesquisa de Sales, Müller e Simonetto (2015), em que foi desenvolvido um modelo matemático, porém não houve desenvolvimento de uma interface gráfica para o usuário. Os resultados confirmam a viabilidade do algoritmo podendo melhorar os resultados obtidos manualmente.

A Tabela 4 apresenta uma visão geral dos artigos analisados do ano de 2017, com o objetivo de mostrar as técnicas, problemas, origem das instâncias e a complexidade do problema abordado por cada autor.

Tabela 4: Trabalhos Analisados do Ano 2017

Autor/Ano	Método/Técnica	Problema	Origem das Instâncias	Complexidade do Problema
Bucco, Borna-Poulsen e Bandeira (2017)	Programação Linear Inteira Mista	PHCU	Instituição Pública	NP-Difícil
Costa, Coelho e Pinto (2017)	Simulated Annealing e Late Acceptance Hill Climbing	PHCU e PASA	Instituição Pública	NP-Difícil
Ferdiana, Ridwan e Hidayat (2017)	Algoritmo Pragmático	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Ilham et al. (2017)	Sistema Especialista baseado em Inteligência Artificial	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Jamal (2017)	Pesquisa Local Dispersa Múltipla	PHC-BC	Não especificado	Não especificado
Queiroz e Nepomuceno (2017)	Programação Linear Inteira	PHC-BC	Instituição Pública	NP-Difícil
Monteiro et al. (2017)	Iterated Local Search Simulated Annealing e Cadeia de Kempe	PHC-BC	ITC-2007	NP-Completo
Neto, Mariano e Farias (2017)	Algoritmo Genético e Colônia de Formigas	PHCU	Instituição Pública	NP-Completo
Nunes, Silva e Neto (2017)	Não especificado	PASA	Instituição Pública	NP-Difícil
Silva e Campos (2017)	Programação Linear Inteira, AG-MaxHorario, SA-ILS, HySST e WDJU	PHCU	Instituição Privada	NP-Completo
Vianna et al. (2017)	Iterated Local Search Variable Neighborhood Search e GRASP	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Wendt e Müller (2017)	Não especificado	PASA	Instituição Pública	NP-Difícil

A pesquisa desenvolvida por Armay et al. (2016) teve como objetivo analisar e aplicar o processamento paralelo para a construção de um *software* de programação de horários de cursos para o Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Estatal Islâmica do Sultão Syarif Kasim Riau (*Department of Electrical Engineering, State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*). A abordagem geral da Coloração de Grafos foi utilizada seguindo a do algoritmo de Colônia de Abelhas. A tarefa de coloração foi calculada por computação paralela usando classes multithread na linguagem de programação Java. Os resultados apresentaram que os cálculos sequenciais demoraram mais tempo do que os paralelos, porque os cálculos paralelos capturaram todos os núcleos para executar os algoritmos de colônia de abelhas, enquanto os cálculos sequenciais usaram apenas um único núcleo para executá-lo.

Babaei, Karimpour e Oroji (2016) desenvolveram um algoritmo de Clusterização Fuzzy C-means para melhorar a satisfação no agendamento dos horários de docentes comuns entre diferentes departamentos da Universidade Islâmica de Azad, Ahar Branch, Ahar, Irã (*Islamic Azad University, Ahar Branch, Ahar, Iran*).

Freire e Melo (2016) propuseram três heurísticas construtivas e um método de busca local para o problema de alocação de salas da Universidade Federal da Bahia (UFBA). As heurísticas são denominadas de Const1, Const2 e Const3 e o método de busca local é denominado de Const3+BL. Os resultados indicam que Const3 combinado com o procedimento de busca local (Const3+BL) possui a melhor performance em comparação com as demais, chegando a soluções que são quase ótimas.

Gall e Silva (2016) abordaram o problema de alocação de horários através da criação de uma formulação matemática para atender o conjunto de restrições existentes no curso de Ciência da Computação da Universidade Federal Fluminense, no campus de Rio das Ostras. O modelo básico de Silva (2014) foi flexibilizado para atender um conjunto adicional de restrições do curso de Ciência da Computação. Os resultados obtidos comprovaram a eficiência do modelo flexibilizado na resolução do problema.

Jardim, Semaan e Penna (2016) utilizaram a meta-heurística *Iterated Local Search* para resolver o problema de programação de horários baseado em currículos da Universidade Federal Fluminense. Os quadros de horários gerados pelo algoritmo proposto foram comparados com o quadro de horário adotado no semestre 2014 de um departamento da UFF. O departamento utilizou o *software* FET para auxiliar na geração dos quadros de horários. Os resultados apontam que uma solução de melhor qualidade com custo 167 foi encontrada pelo algoritmo proposto, uma vez que a solução gerada pelo FET teve um custo de 184. Os autores afirmam que os algoritmos propostos conseguiram obter resultados de melhor qualidade quando comparados com a ferramenta FET, apesar do tempo elevado de processamento (64 minutos).

Kleine-Boyman, Klüver e Klüver (2016) desenvolveram um algoritmo evolutivo denominado de Algoritmo Regulatório (*Regulatory Algorithm - RGA*). O RGA é uma extensão

bidimensional de algoritmos evolutivos padrão. O algoritmo foi aplicado para resolver o problema de alocação de salas da *University Duisburg-Essen*. Os resultados da aplicação do RGA correspondem, na maioria dos casos, as alocações de salas das universidades e, em vários casos, são melhores, ou seja, os resultados do RGA preenchem as condições mais necessárias.

Maya, Flores e Rangel (2016) examinou e comparou o desempenho de duas abordagens baseadas em Algoritmos Evolutivos (Evolutionary Algorithms - EA), particularmente Algoritmos Genéticos e Evolução Diferencial, para resolver o problema de horários de cursos universitários. Para testar e validar os resultados foram utilizadas 3 instâncias reais baseadas em universidades mexicanas. As instâncias são do Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Instituto Tecnológico del Valle de Morelia e Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez. Os resultados mostraram que a meta-heurística Evolução Diferencial obteve os melhores valores de desempenho na solução das instâncias.

Moreira et al. (2016) implementaram um algoritmo combinando a meta-heurística GRASP com a meta-heurística SA para resolver o problema de tabela-horário do Departamento de Computação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Os resultados mostram que a solução proposta foi eficiente, apresentando boas soluções quando comparadas às obtidas por Mariano (2014) e comparadas à solução manual do DCOMP do CCA-UFES.

Pillay (2016) buscou automatizar a derivação de heurísticas de construção para o problema de cronograma de curso baseado em currículo. A programação genética (ou algoritmos genéticos) foi utilizada para evoluir a heurística de construção desenvolvida para o domínio do problema. A heurística evoluída foi avaliada com instâncias de problemas do ITC-2007 e apresentou melhor desempenho do que as heurísticas de construção conhecidas, produzindo cronogramas com menores custos de restrição de *software*.

Sánchez-Partida et al. (2016) utilizou a meta-heurística *Simulated Annealing* para resolver o problema de horário baseado em currículo. A solução foi aplicada em uma instituição no México. Como parte da contribuição para a solução do problema, foi implementado um *Software* de Mediação para organizar os dados brutos e eliminar uma restrição rígida relacionada aos currículos. Os resultados apontam que o problema foi resolvido satisfatoriamente, impactando na redução do tempo de trabalho, e fornecendo um calendário educacional viável e sem erros.

Silva, Machado e Campos (2016) desenvolveram um algoritmo que combinou as meta-heurísticas AG e GRASP para resolver o problema de alocação de horários no contexto da instituição Faculdade Governador Ozanam Coelho (FAGOC). Os resultados dos experimentos computacionais mostraram que a aplicação da solução é viável, pois os resultados obtidos foram superiores aos que são construídos manualmente.

Siqueira et al. (2016) desenvolveram e analisaram o desempenho de uma meta-heurística híbrida, denominada GRASP+ILS, no processo de alocação de horários de uma institui-

ção de ensino superior privada da cidade de Itabira/MG. A análise mostrou que a meta-heurística é viável para a solução do problema, apresentando um horário mais otimizado e respeitando um maior número de restrições em comparação com o processo manual de alocação.

Yousef et al. (2016) desenvolveram um algoritmo evolucionário paralelo para resolver o problema de programação de horários de cursos universitários. O problema foi resolvido utilizando um AG acelerado com o uso de Unidades de Processamento de Gráficos (*Graphics Processing Units* - GPUs). O algoritmo também foi aprimorado com o uso da busca local e permitiu lidar de forma flexível com as mudanças incrementais das restrições do problema. O algoritmo implementado foi testado com os conjuntos de dados do ITC-2007.

Wu et al. (2016) desenvolveram um novo algoritmo heurístico dependente de tempo para o problema de programação de horários baseado em inscrição. O algoritmo opera em dois estágios: no Estágio 1 um método heurístico construtivo (*Iterated Heuristic Search*) é apresentado para inserir eventos no horário, obedecendo às restrições mais rígidas. No Estágio 2, uma Abordagem de Escalada (*Hill-Climbing Approach*) é projetada para construir um cronograma viável que atenda a todas as restrições rígidas. Os resultados experimentais com instâncias do ITC-2007 mostram que o algoritmo é eficiente.

A Tabela 5 apresenta uma visão geral dos artigos analisados do ano de 2016. Essa Tabela mostrar as técnicas, problemas, origem das instâncias e a complexidade do problema abordado por cada autor.

Tabela 5: Trabalhos Analisados do Ano 2016

Autor/Ano	Método/Técnica	Problema	Origem das Instâncias	Complexidade do Problema
Armay et al. (2016)	Coloração de Grafos e Colônia de Abelhas	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Babaei, Karimpour e Oroji (2016)	Clusterização Fuzzy C-means	PHCU	Instituição Privada	Não especificado
Freire e Melo (2016)	Heurística Const1, Cons2, Const3 e o Método de Busca Local Const3+BL	PASA	Instituição Pública	Não especificado
Gall e Silva (2016)	Programação Linear Inteira Mista	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Jardim, Semaan e Penna (2016)	Iterated Local Search	PHC-BC	Instituição Pública	NP-Difícil
Kleine-Boyman, Klüver e Klüver (2016)	Algoritmo Regulatório	PASA	Instituição Pública	NP-Completo
Maya, Flores e Rangel (2016)	Algoritmo Genético e Evolução Diferencial	PHCU	Instituição Pública	NP-Difícil
Moreira et al. (2016)	GRASP e Simulated Annealing	PHCU	Instituição Pública	NP-Completo
Pillay (2016)	Algoritmo Genético	PHC-BC	ITC-2007	Não especificado
Sánchez-Partida et al. (2016)	Simulated Annealing	PHC-BC	Não especificado	NP-Difícil
Silva, Machado e Campos (2016)	Algoritmo Genético e GRASP	PHCU	Instituição Privada	NP-Difícil
Siqueira et al. (2016)	GRASP+ILS	PHCU	Instituição Privada	Não especificado
Yousef et al. (2016)	Algoritmo Genético	PHCU	ITC-2007	NP-Completo
Wu et al. (2016)	Iterated Heuristic Search e Hill-Climbing Approach	PHC-BI	ITC-2007	Não especificado

Alves, Oliveira e Neto (2015) propuseram um modelo simples, escalável e parametrizado aplicando Algoritmos Genéticos de forma recursiva para resolver problemas de horários de múltiplos cursos. Para validação adicional da proposta foram realizadas algumas simulações utilizando dados dos cursos do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Badoni e Gupta (2015) desenvolveram um algoritmo denominado de Otimização de Colônia de Formigas com Agrupamentos de Estudantes (*Ant Colony Optimization with Student Groupings* - ACOWSG) para resolver o problema de agendamento de cursos universitários. Esse algoritmo é a hibridização de um algoritmo de Otimização de Colônia de Formigas (*Ant Colony Optimization* - ACO) junto com uma busca local e usa eventos baseados no Agrupamento de Estudantes. O algoritmo proposto é testado com um conjunto de 11 instâncias de problemas do conjunto de dados de referência de Socha.

Borges et al. (2015) proporam um modelo de Programação Linear Inteira Binária (PLIB) para tratar do problema de horários de cursos. O critério de otimização foi a preferência dos professores por cursos e horários. O modelo foi aplicado com sucesso duas vezes, nos semestres 2014.2 e 2015.1, no Departamento de Estatística (DE) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Cirino, Santos e Delbem (2015) proporam resolver o problema de alocação de salas por meio da meta-heurística Algoritmo Genético Compacto (AGc) e Programação Inteira. Um estudo de caso foi realizado no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP). Os resultados demonstraram que a meta-heurística obtém melhores soluções para instâncias maiores, enquanto a abordagem pela resolução do modelo matemático é melhor para instâncias menores.

Fong, Asmuni e McCollum (2015) aplicaram uma abordagem híbrida automatizada para resolver problemas de horários universitários. A abordagem é baseada no algoritmo de Colônia de Abelhas Artificiais (*Artificial Bee Colony* - ABC). Um modelo “melhor global” (*global best*) inspirado na Otimização de Enxame de Partículas (*Particle Swarm Optimization* - PSO) é implementado dentro do algoritmo ABC básico para melhorar a capacidade de exploração global, enquanto, hibridiza com o algoritmo grande dilúvio (*Great Deluge* - GD) para melhorar a capacidade de exploração local. A abordagem proposta é denominada de NMGD-ABC. O algoritmo ABC básico e a abordagem proposta foram testados em dois conjuntos de dados de referência, ou seja, o conjunto de dados de horários de exames de Carter e o conjunto de dados de horários do curso de Socha. Resultados experimentais ilustram que a abordagem proposta é capaz de produzir soluções de boa qualidade em comparação com o algoritmo ABC básico e outras abordagens meta-heurísticas descritas na literatura.

Ghasemi, Moradi e Fathi (2015) desenvolveram um algoritmo baseado em Agrupamento Genético e Colônia de Abelhas Artificial para resolver o problema de agendamentos de cursos universitários. O agrupamento genético é usado para encontrar uma solução inicial viável e a colônia de abelhas artificial é aplicada para qualidade das soluções viáveis.

O algoritmo proposto foi executado em um conjunto de dados padrão e bem conhecido chamado Socha. Os resultados revelaram a eficiência do método proposto.

Jaengchuea e Lohpetch (2015) desenvolveram uma abordagem híbrida, combinando um AG, com uma técnica de busca local e uma heurística de Busca Tabu (*Tabu Search - TS*), denominada de HGALTS, para resolver o problema de agendamento de cursos baseado em pós-matrícula/pós-inscrição. O HGALTS foi testado em um conjunto de referência padrão, chamado de instâncias *Metaheuristic Network* (MN), consistindo de 11 instâncias de problemas.

Komaki et al. (2015) proporam um método de otimização iterativa baseado na interação homem-máquina usando a heurística de geração de colunas (*Column Generation Heuristics*) para resolver o problema de agendamento de aulas de maquiagem na Universidade da Província de Toyama (*Toyama Prefectural University*).

Lih, Nah e Bolhassan (2015) desenvolveram um método heurístico de dois estágios para resolver os horários dos cursos do corpo docente. O Estágio I agrupa os cursos que são capazes de ter palestras simultaneamente durante o mesmo intervalo de tempo em diferentes locais por diferentes professores e alunos. O Estágio II atribui os horários semanais para cada grupo de cursos, seguidos pelo local de cada curso. Dados reais da Faculdade de Ciências da Computação e Tecnologia da Informação (*Faculty of Computer Science and Information Technology - (FCSIT), Universiti Malaysia Sarawak - (UNIMAS)*) foram testados pela heurística de dois estágios proposta. O resultado computacional ilustrou que a solução proposta pode lidar com a programação de forma eficiente e eficaz.

Queiroga et al. (2015) desenvolveram um modelo matemático de Programação Linear Inteira para o problema de alocação de salas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Um algoritmo de definição de conjuntos de choques de horário maximais também foi proposto para minimizar o número de restrições no modelo. Foi utilizada uma estratégia de penalização para o controle das violações das capacidades das salas. O modelo matemático se mostrou bastante eficiente na resolução do PASA. Quando comparado com os resultados obtidos pela alocação manual.

Sales, Müller e Simonetto (2015) desenvolveram um modelo matemático, utilizando Programação Linear, para resolver o problema de alocação de salas do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria. O modelo foi construído para tratar do problema de alocação multi-índice, onde se almeja alocar a disciplina, na sala, no horário pré-determinado a ela. Os resultados apontam para uma melhoria na taxa de ocupação das salas com o uso do modelo matemático.

Segatto et al. (2015) abordaram o problema de tabela-horário para universidades baseado em currículo, utilizando instâncias do ITC-2007. Segatto et al. (2015) adaptaram o trabalho de Rocha (2013) acrescentando uma nova estrutura de vizinhança. Para resolução do problema foi desenvolvido um algoritmo GRASP híbrido com *Path-Relinking* tendo como busca local a meta-heurística *Simulated Annealing* com três movimentos, a

citar, MOVE, SWAP e Cadeia de Kempe.

A Tabela 6 apresenta uma visão geral dos artigos analisados do ano de 2015. Essa Tabela mostrar as técnicas, problemas, origem das instâncias e a complexidade do problema abordado por cada autor.

Tabela 6: Trabalhos Analisados do Ano 2015

Autor/Ano	Método/Técnica	Problema	Origem das Instâncias	Complexidade do Problema
Alves, Oliveira e Neto (2015)	Algoritmos Genéticos	PHCU	Instituição Pública	NP-Difícil
Badoni e Gupta (2015)	Colônia de Formigas, Busca Local e Agrupamentos de Estudantes	PHCU	Socha	NP-Difícil
Borges et al. (2015)	Programação Linear Inteira Binária	PHCU	Instituição Pública	NP-Completo
Cirino, Santos e Delbem (2015)	Algoritmo Genético Compacto e Programação Inteira	PASA	Instituição Pública	NP-Completo
Fong, Asmuni e McCollum (2015)	Colônia de Abelhas Artificiais, Otimização de Enxame de Partículas, e Algoritmo Grande Dilúvio	PHCU e PHEX	Carter e Socha	Não especificado
Ghasemi, Moradi e Fathi (2015)	Agrupamento Genético e Colônia de Abelhas Artificial	PHCU	Socha	NP-Difícil
Jaengchuea e Lohpetch (2015)	Algoritmo Genético, Busca Local e Busca Tabu	PHC-BI	Metaheuristic Network	NP-Completo
Komaki et al. (2015)	Heurística de Geração de Colunas	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Lih, Nah e Bolhassan (2015)	Agrupamento de Cursos e Alocação de Horários	PHCU	Instituição Pública	NP-Completo
Queiroga et al. (2015)	Programação Linear Inteira	PASA	Instituição Pública	NP-Difícil
Rodrigues, Filho e Miranda (2015)	Free Timetabling Software	PHCU	Instituição Pública	NP-Difícil
Sales, Müller e Simonetto (2015)	Programação Linear	PASA	Instituição Pública	NP-Difícil
Segatto et al. (2015)	GRASP híbrido com Path Relinking, Simulated Annealing, MOVE, SWAP e Cadeia de Kempe	PHC-BC	ITC-2007	Não especificado

Agahian, Pehlivan e Dehkharghani (2014) adaptaram uma abordagem de Inteligência de Enxame, identificada como MABC, baseada na Colônia de Abelhas Artificiais para resolver o problema de programação de horários baseado em currículos, usando o conjunto de dados do ITC-2007. A abordagem é baseada em dois estágios: no primeiro, uma solução factível do problema é construída, que satisfaz apenas as restrições rígidas, enquanto, o segundo estágio está relacionado à satisfação de restrições rígidas e flexíveis em soluções viáveis.

Fonseca e Delfino (2014) apresentaram um *software* Web capaz de resolver problemas de agendamento de horários no formato XHSTT. O *software* proposto incorporou o resolvidor oriundo de uma melhoria no resolvidor vencedor da *Third International Timetabling Competition*. O resolvidor utiliza-se da plataforma KHE para gerar soluções iniciais e é baseado em uma abordagem meta-heurística empregando o algoritmo *Skewed Variable Neighborhood Search*. Para testar a aplicação foram utilizadas instâncias reais do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Paula et al. (2014) apresentaram uma modelagem matemática destinada à resolução do problema de horários do curso de Engenharia de Produção de uma Instituição Federal de Ensino Superior da cidade de Mossoró/RN. O *software* Xpress-MP foi utilizado para implementar e validar o modelo proposto. O Xpress-MP é uma ferramenta computacional de modelagem matemática.

Poulsen, Bucco e Bandeira (2014) desenvolveram um modelo matemático que constrói, por meio de programação matemática, as grades horárias dos cursos e otimiza a alocação de espaços físicos de uma instituição de ensino superior pública, denominada de UniFed. Os resultados obtidos pela aplicação com dados reais de uma universidade mostram que o modelo reduz consideravelmente a utilização de salas de aula.

Prado e Souza (2014) apresentaram um algoritmo heurístico para resolver o problema de alocação de salas do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). O algoritmo utiliza a fase de Construção Gulosa para gerar uma solução inicial e a meta-heurística *Simulated Annealing* para fazer seu refinamento.

Neukirchen et al. (2014) abordaram o problema da geração de quadro de horários no curso de Ciência da Computação do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (INF/UFRGS). Um modelo de Programação Inteira Mista foi proposto para resolver uma variação de requisitos do problema. O modelo foi avaliado através de três instâncias reais. Os experimentos computacionais demonstraram que é possível resolver o problema de forma bastante eficiente, sendo possível obter soluções ótimas para todas as instâncias.

Silva (2014) tratou do problema de alocação de horários em cursos universitários através de Programação Inteira Mista. Um estudo de caso foi realizado no Departamento de Computação do Polo Universitário de Rio das Ostras (PURO) da Universidade Federal

Fluminense. No teste realizado com dados reais, a resolução da formulação matemática mostrou ser muito eficiente, produzindo uma alocação de melhor qualidade em tempo computacional bem menor.

Shimazaki, Sakakibara e Matsumoto (2014) desenvolveram um método de otimização iterativa baseado na interação homem-máquina para resolver o problema de agendamento de aulas de maquiagem da Universidade da Província de Toyama. Um modelo de escalonamento baseado em restrições é introduzido e vários parâmetros do modelo são resolvidos através da repetição da avaliação da solução pelos operadores. Através do experimento numérico com os dados reais, observa-se que os horários efetivos para o uso prático podem ser adquiridos pelo método proposto.

Torres-Ovalle et al. (2014) propôs um modelo matemático utilizando Programação Linear Inteira para resolver o problema de atribuição de horários e salas na *Universidad de La Sabana*, Colômbia. Os resultados mostram que a abordagem proposta obteve melhorias significativas em comparação com o cronograma real do semestre estudado (2012). A aplicação da abordagem permitiu reduzir o número de salas a serem designadas, aumentando a disponibilização de recursos de ensino e reduzindo o custo operacional total.

Zhang et al. (2014) apresentou uma abordagem heurística gananciosa para o problema de programação de horários de cursos. Um algoritmo foi implementado utilizando um conjunto de dados da Dalian Maritime University (DLMU). Resultados computacionais demonstram que a abordagem heurística é computacionalmente eficiente e eficaz.

A Tabela 7 apresenta uma visão geral dos artigos analisados do ano de 2016. Essa Tabela mostrar as técnicas, problemas, origem das instâncias e a complexidade do problema abordado por cada autor.

Tabela 7: Trabalhos Analisados do Ano 2014

Autor/Ano	Método/Técnica	Problema	Origem das Instâncias	Complexidade do Problema
Agahian, Pehlivan e Dehkharghani (2014)	Colônia de Abelhas Artificiais	PHC-BC	ITC-2007	NP-Completo
Fonseca e Delfino (2014)	Skewed Variable Neighborhood Search	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Fong et al. (2014)	Colônia de Abelhas Artificial, Otimização de Enxame de Partículas e Algoritmo Grande Dilúvio	PHC-BC	ITC-2007	NP-Difícil
Paula et al. (2014)	Não especificado	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Poulsen, Bucco e Bandeira (2014)	Não especificado	PHCU e PASA	Instituição Pública	NP-Difícil
Prado e Souza (2014)	Construção Gulosa e Simulated Annealing	PASA	Instituição Pública	NP-Difícil
Neukirchen et al. (2014)	Programação Inteira Mista	PHCU	Instituição Pública	NP-Completo
Silva (2014)	Programação Inteira Mista	PHCU	Instituição Pública	NP-Difícil
Shimazaki, Sakakibara e Matsumoto (2014)	Escalonamento baseado em Restrições	PHCU	Instituição Pública	Não especificado
Torres-Ovalle et al. (2014)	Programação Linear Inteira	PHCU e PASA	Instituição Privada	Não especificado
Zhang et al. (2014)	Heurística Gananciosa	PHCU	Instituição Pública	NP-Difícil

3.4 Análise e Discussão dos Resultados

Após a execução das fases de Planejamento, Execução e Sumarização, buscou-se com a leitura dos trabalhos selecionados, analisar e discutir sobre as questões da pesquisa que foram definidas na etapa de Planejamento da RSL. Para a realização da RSL, o ano de publicação foi delimitado. Sendo selecionados artigos que foram publicados entre 2014 a 2017. Os resultados obtidos através das bases de dados e dos anais de eventos são apresentados com auxílio da Figura 2.

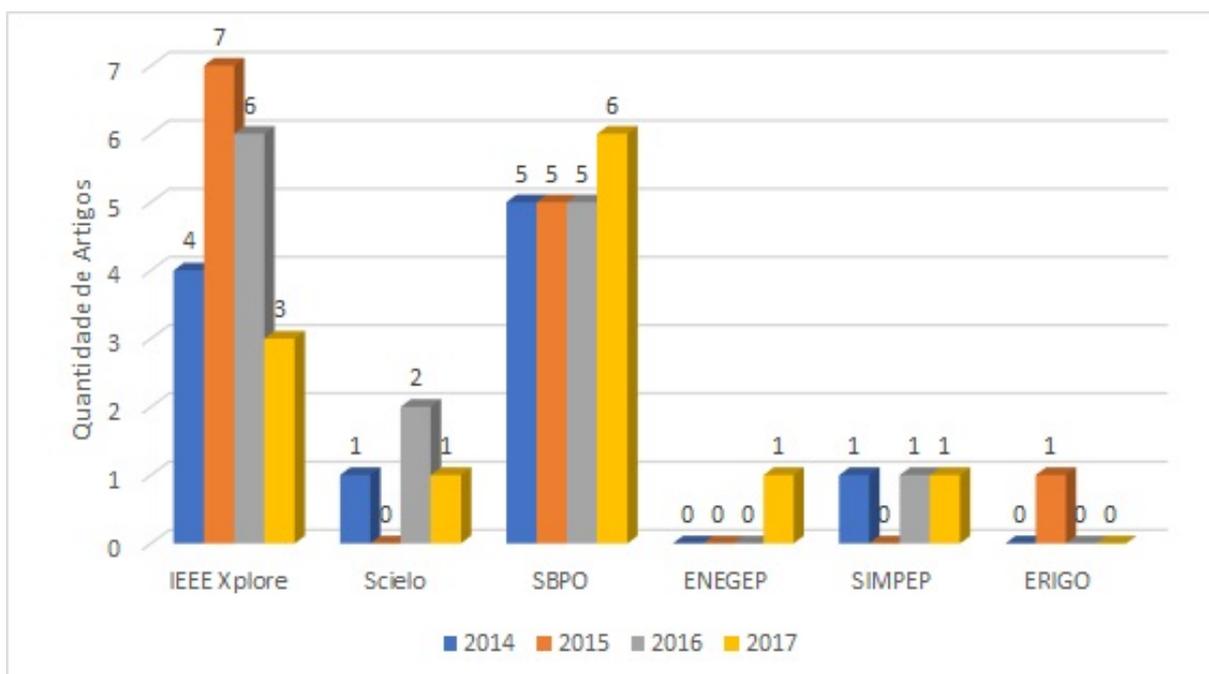


Figura 2: Quantidade de Trabalhos Analisados por Ano

Observa-se através da Figura 2 que o problema de alocação de horários e salas é bem discutido na literatura e que diversas soluções tem sido desenvolvidas para resolver o problema no decorrer dos anos. A Figura 3 apresenta a predominância dos problemas discutidos em cada trabalho analisado.

Analisando os problemas discutidos em cada trabalho, percebe-se que 54% dos trabalhos abordaram o Problema de Horários de Cursos Universitários; 16% trataram do Problema de Atribuição de Salas de Aula; 18% abordaram o Problema de Horários de Cursos baseado em Currículos; 4% trataram do Problema de Horários de Cursos baseado em Inscrição; 6% abordaram, simultaneamente, o Problema de Horários de Cursos Universitários e o Problema de Atribuição de Salas de Aula e 2% abordou o Problema de Horários de Cursos Universitários e o Problema de Horários de Exames. Diante desses resultados, é possível perceber que o PHCU e o PASA são resolvidos, na maioria dos casos, separadamente, ou seja, a maioria das soluções são criadas, apenas, para gerar grades de horários. Esta separação é feita para diminuir a complexidade dos problemas, pois a inclusão de diversas restrições tende a dificultar o espaço de busca por soluções

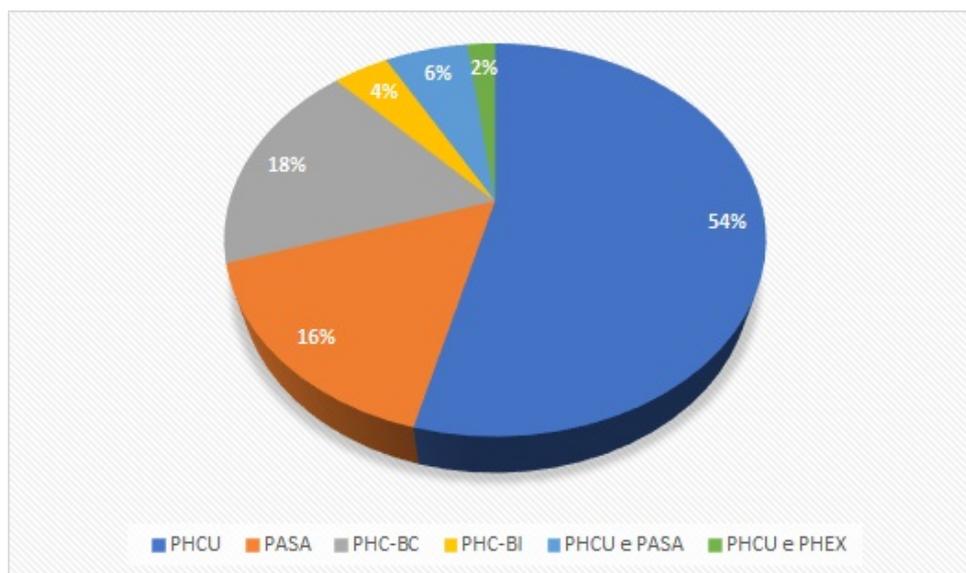


Figura 3: Tipos de Problemas

viáveis e satisfatórias (COSTA; COELHO; PINTO, 2017). Os resultados das questões são discutidas a seguir:

Questão 1 - Quais são as técnicas ou modelos, combinados ou não, utilizados para alocação de horários e salas e que podem ajudar a desenvolver uma solução para uma instituição de ensino superior?

Há uma diversidade de técnicas e métodos para solucionar o PHCU e o PASA. Identificou-se que a método mais utilizado para solucionar os problemas de programação de horários educacionais é o Algoritmo Genético. Esse algoritmo possui uma alta frequência de utilização devido sua eficiência e adaptabilidade na solução dos problemas abordados (SOUZA; SCARPIN, 2014). Vale destacar que, o Algoritmo Genético foi utilizado, em muitos trabalhos, combinado com outras técnicas.

A Tabela 8 apresenta os métodos mais frequentes nos trabalhos analisados. Observando as Tabelas 4, 5, 6 e 7 percebe-se que 60% das soluções desenvolvidas são combinações de vários métodos. Essas combinações são utilizadas como estratégia para intensificar a busca por uma solução ótima (FONG; ASMUNI; MCCOLLUM, 2015).

Além de modelos matemáticos e técnicas algorítmicas, foi possível encontrar estudos que apresentam resultados eficientes com a utilização de *softwares* comerciais para resolução do PHCU. Rodrigues, Filho e Miranda (2015) e Barata et al. (2010) propuseram a automatização na geração das grades horárias para o cursos de Sistemas de Informação e Computação, e para o curso de Ciências da Computação, respectivamente, utilizando o *software* FET. Ambos autores confirmam a eficiência do FET em gerar grades de horários. Além disso, Jardim, Semaan e Penna (2016) cita que, um departamento da Universidade Federal Fluminense utilizou o FET em 2014 para auxiliar na geração dos quadros de horários.

Tabela 8: Métodos mais utilizados

Método	Frequência
Algoritmo Genético	7
Simulated Annealing	6
Programação Linear Inteira	5
Iterated Local Search	5
GRASP	4
Programação Linear Inteira Mista	4
Colônia de Abelhas Artificiais	4
Colônia de Formigas	2
Não especificado	4

Questão 2 - Como é definida a complexidade do problema de programação de horários de cursos universitários e do problema de alocação de salas?

Schaerf (1999) afirma que o Problema de Horários de Cursos Universitários é NP-Completo em quase todas as variantes. Diante disso, só é possível atingir uma solução exata para casos pequenos, ou seja, universidades com menos de 10 cursos. No entanto, essa realidade não corresponde a maioria das instituições de ensino superior. O Problema de Atribuição de Salas de Aula é abordado por Schaerf (1999) como sendo NP-Completo. Essa afirmação é baseada no trabalho de Carter e Tovey (1989), onde foi realizada uma análise do problema. Carter e Tovey (1989) mostra que o problema se torna NP-Completo quando as restrições de todas as palestras de um curso são impostas a ocorrer na mesma sala de aula. A Tabela 9 apresenta os tipos de complexidades descritos nos trabalhos analisados. Através dessa Tabela, é possível observar a quantidade de trabalhos que abordaram os diferentes tipos de complexidade em cada problema.

Tabela 9: Complexidade dos Problemas

Complexidade	PHCU	PASA	PHC-BC	PHC-BI	PHCU e PASA	PHCU e PHEX
NP-Difícil	9	5	4	0	2	0
NP-Completo	7	2	2	1	0	0
Não Especificado	11	1	3	1	1	1

Apesar de vários trabalhos não apresentarem a complexidade do problema abordado, é possível observar que, de modo geral, a complexidade do problema de programação de horários de cursos e o problema de alocação de salas é tratado como NP-Difícil. Esse fator se deve ao número de cursos, espaços físicos e restrições envolvidas no processo de alocação de horários e salas. Esse número só tende a aumentar com a adição de novos cursos, construção de novas salas e surgimento de novas restrições.

Questão 3 - Qual a origem das instâncias utilizadas nas soluções implementadas?

A Tabela 10 apresenta as origens dos conjuntos de instâncias de dados utilizados nos artigos. Ressalta-se que, Fong, Asmuni e McCollum (2015) utilizou um conjunto de dados de horários de exames de Carter e o conjunto de dados de horários do curso de Socha.

Tabela 10: Origem das Instâncias

Origem das Instâncias	Frequência
Instituição Pública	32
ITC-2007	7
Instituição Privada	5
Socha	2
Carter e Socha	1
Metaheuristic Network	1
Não especificado	2

Observa-se que existe uma alta frequência da utilização de instâncias reais. Ao todo 74% dos trabalhos analisados utilizaram instâncias reais. Essa alta frequência denota a preocupação dos pesquisadores em desenvolver e testar modelos e soluções que sejam eficientes na resolução dos problemas. Além disso, evidencia as características importantes do PHCU.

Questão 4 - É desenvolvida alguma aplicação (Web, Desktop) que utiliza as soluções implementadas?

Os dados coletados de cada artigo mostram que apenas 8% dos trabalhos analisados desenvolveram um *software* para auxiliar e facilitar na resolução do problema, com exceção de Rodrigues, Filho e Miranda (2015) que utilizou o FET. Os *softwares* desenvolvidos foram destinados para a resolução do PHCU. Observa-se na Figura 4 que em 63% dos trabalhos analisados são implementados apenas algoritmos. Soluções que venham auxiliar, diretamente, os responsáveis pela confecção das grades horárias e alocação das salas não são fornecidas.

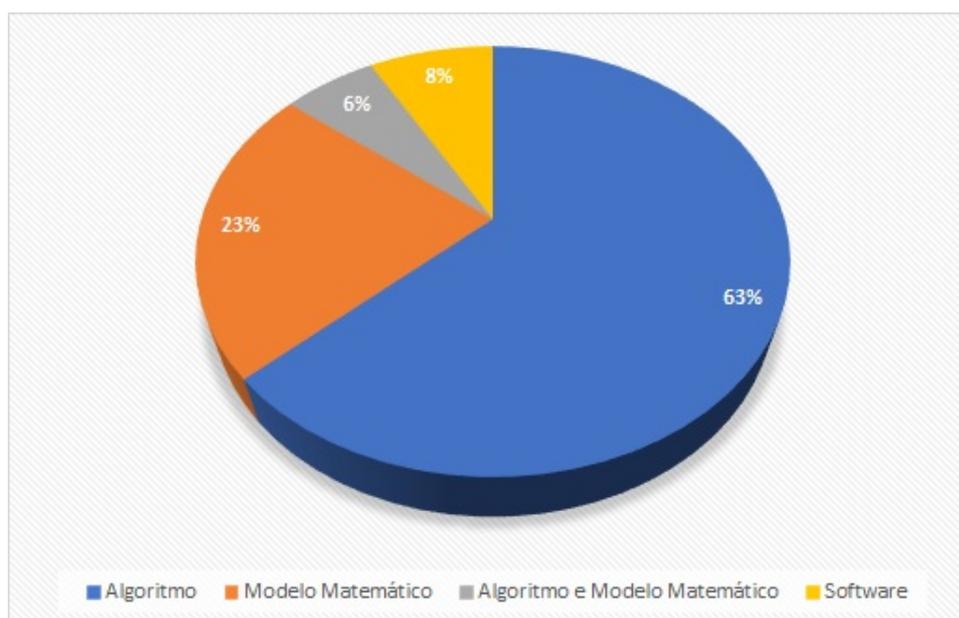


Figura 4: Tipos de Solução

Questão 5 - Quais são as linguagens de programação e as ferramentas com-

putacionais utilizadas para implementar as soluções propostas?

A linguagem de programação C++ foi a que apresentou-se com maior frequência nos trabalhos analisados, provavelmente pelo fato de se conseguir maior velocidade de execução, fator que torna-se indispensável para resolução dos problemas combinatórios. A Tabela 11 apresenta a frequência de cada linguagem nos estudos analisados.

Tabela 11: Linguagens de Programação

Linguagem de Programação	Frequência
C++	10
Java	4
C#	1
C#.net	1
Visual Basic	1
Visual Basic for Applications (VBA)	1

O *Solver* ou Resolvedor utilizado com mais frequência foi o IBM ILOG CPLEX. Um *solver* é uma ferramenta computacional utilizada para resolver problemas matemáticos, ou seja, para otimizar a alocação de vários recursos. A Tabela 12 apresenta os *solvers* encontrados e sua frequência de utilização.

Tabela 12: Solver

Solver	Frequência
IBM ILOG CPLEX	10
Gurobi	1
Xpress-MP	1

A Tabela 13 apresenta outras ferramentas computacionais utilizadas para implementar as soluções propostas. Entre elas GNU C++ que nada mais é que um conjunto de compiladores que suporta várias línguas de programação como: C, C++, Fortran, entre outras. Observando a Tabela 13 é possível identificar o uso de *softwares* e linguagens de modelagem algébrica para resolver problemas matemáticos (AMPL, ZIMPL, GAMS), APIs (CUDA C, API UFFLP), ambiente de desenvolvimento (Xampp) e *software* de cálculo e análise numérica (MATLAB).

Tabela 13: Softwares

Software	Frequência
GNU C++	2
GAMS	2
MATLAB	1
AMPL	1
ZIMPL	1
API UFFLP	1
Xampp	1
CUDA C	1

4 Estudo de Caso na UFPI

A RSL desenvolvida neste trabalho permitiu conhecer e analisar as mais diversas técnicas, modelos e *softwares* para alocação de horários e salas em cursos universitários. Este capítulo apresenta um estudo de caso realizado na UFPI/CSHNB. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho e a usabilidade do *Free Timetabling Software* na alocação de horários e salas para o curso de Sistemas de Informação (SI).

Este estudo de caso foi motivado pelos resultados apresentados nos trabalhos de Barata et al. (2010), que propôs a automatização na geração das grades horárias para o curso de Ciência da Computação do Centro Universitário Serra dos Órgãos, e Rodrigues, Filho e Miranda (2015), que propôs a automatização dos horários para os cursos de Sistemas de Informação e Computação do Campus Universitário do Vale do Teles Pires, utilizando o FET. Ambos autores confirmam a eficiência do FET em gerar grades de horários, pois, com o FET é possível tratar problemas de incompatibilidade de horários de professores, disciplinas, entre outros.

Além disso, foi realizada uma análise comparativa, entre diversos *softwares* comerciais utilizados na confecção de grade horária. O intuito dessa análise foi embasar a escolha do FET neste trabalho.

4.1 Análise Comparativa entre Softwares de Construção de Grade Horária

Além de trabalhos científicos existem diversos *softwares* comerciais que utilizam diversas técnicas para a resolução do problema de alocação de horários e salas. Neste trabalho foram selecionados seis *softwares* disponíveis na Web que se destacam nessa tarefa, são eles: *aSc TimeTables*¹, *Cronos*², *Horário Fácil*³, *PowerCubus*⁴, *Prime Timetable*⁵ e *Free Timetabling Software*⁶. Vale ressaltar que os *softwares* escolhidos se destacam em buscas realizadas na ferramenta de busca google.com e são amplamente recomendados por seus usuários (vide fóruns e webpage de cada *software*). A Tabela 14 apresenta resumidamente os principais aspectos que diferenciam os *softwares* e as funções mais importantes dos mesmos.

aSc TimeTables – é um *software* para geração automática de horários escolares. A versão de teste possui todas as funções da versão licenciada. No entanto, não é permitido

¹ <http://www.asctimetables.com/>

² <http://www.cronostimetable.com>

³ <http://www.horariofacil.com>

⁴ <https://powercubus.com.br>

⁵ <http://www.primetimetable.com/>

⁶ <https://lalescu.ro/liviu/fet/>

Tabela 14: Comparação de Aspectos/Funções dos Softwares

Aspectos/Funções	Softwares					
	Cronos	PowerCubus	Horário Fácil	Prime Timetable	aSc TimeTables	FET
Tipo de Aplicação	Web	Web	Web	Web	Desktop	Desktop
Tipo de Licença	Pago	Pago	Pago	Pago	Pago	Grátis
Manual do Usuário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Multi-Idioma	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Modificar Grade de Horário	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Gerar Grade Automaticamente	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Código Aberto	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Importar/Exportar Dados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Interface Intuitiva	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não

ao usuário exportar ou imprimir os relatórios e horários gerados, pois uma marca d'água é adicionada em todos os relatórios. O *aSc TimeTable* possui três tipos de licença: Básico (USD 120), Premium (USD 500) e PRO (USD 1995).

FET – é um *software* livre de código aberto para agendamentos de horários de escolas ou universidades. O FET possui uma interface simples e bastante robusta. O projeto FET começou em 2002, usando um algoritmo genético. Esse algoritmo era lento e só conseguia resolver horários fáceis. Atualmente, o FET utiliza um algoritmo heurístico denominado de "troca recursiva". O *software* FET está disponível em diversos idiomas e pode ser executado em várias plataformas como: GNU, Linux, Windows e Mac. Além disso, possui uma variedade de restrições para programar horários e alocar salas. Todas as informações cadastradas no FET são armazenadas em um único arquivo com extensão “.fet” e podem ser exportados para os formatos HTML, XML e CSV.

Prime Timetable – O Prime permite agendar horários escolares em qualquer dispositivo: Mac, PC, Tablet e Telefone. O Prime possui três tipos de licença *FREE* (30 dias de teste gratuito (\$0)), *Basic* (\$ 149/yr), *Premium* (\$ 299/yr).

Horário Fácil – é um *software* voltado para escolas ou empresas. Os preços de suas licenças são calculados a partir da quantidade de turmas (3 ou mais) e o tempo de duração da licença (6, 12 e 24 meses). O sistema é totalmente online e está disponível gratuitamente na licença de 12 meses com 2 turmas.

Cronos – Utilizando inteligência artificial e modelos matemáticos o Cronos é capaz de garantir a geração automática de horários escolares. As licenças do Cronos são baseadas na quantidade de turmas por turnos de cada instituição. O Cronos possui 5 tipos de licenças: *FREE* (Grátis – até 3 turmas por turno, até 4 horários diferentes em cada turno e quantidade ilimitada de professores e usuários), Básico (R\$ 240,00 – até 10 turmas por turno, sem limite de horários e quantidade ilimitada de professores e usuários), Intermediário (R\$ 450,00 – até 16 turmas por turno, sem limite de horários e quantidade ilimitada de professores e usuários), Avançado (R\$ 630,00 – até 25 turmas por turno, sem

limite de horários, dicas de especialistas e quantidade ilimitada de professores e usuários) e Super (Preço Sob Consulta – Mais de 25 turmas por turno, sem limite de horários, dicas de especialistas e quantidade ilimitada de professores e usuários).

PowerCubus – é o programa de agendamentos de horários ideal para escolas de Ensino Fundamental e Médio. Apresenta uma interface intuitiva e de fácil manuseio. O preço das licenças é calculado da seguinte forma: PP (Grátis – até 3 turmas), P (R\$ 32,60/mês – até 10 turmas), M (R\$ 67, 58/mês – até 20 turmas), G (R\$ 118, 41/mês – até 30 turmas), GG (R\$ 169,16/mês – até 40 turmas) e XG (R\$ 4,80/mês por turma – mais de 40 turmas). O otimizador do PowerCubus utiliza as tecnologias de inteligência artificial.

Para avaliar qual desses *softwares* atende as necessidades dos cursos da UFPI/CSHNB, foi realizado uma elicitacão de requisitos, utilizando as técnicas de entrevista, observacão e etnografia proposta por Sommerville (2011). Dentre as várias funcionalidades, destacam-se os seguintes requisitos: (I) gerar grade de horários automaticamente a partir do cadastro de professores, turmas, períodos, disciplinas, disponibilidade e preferências de professores e alunos; (II) possibilidade de criar/alterar grades de horários; (III) permitir aos usuários a visualizacão dos horários de cada professor e períodos; (IV) permitir a impressão dos horários já gerados; (V) gerenciar trocas de horários entre professores; (VI) interface intuitiva.

Ao analisar os aspectos e as funcionalidades dos *softwares* listados observou-se que a maioria deles está disponível gratuitamente apenas em versões de teste e com recursos limitados, possuindo um alto custo de adesão. Apenas, o *software* FET está disponível gratuitamente. Diante disso, e levando em conta seu custo beneficio, suas funções e resultados apresentados na literatura, o *software* FET foi escolhido para resolver o problema de alocação de horários e salas de cursos da UFPI/CSHNB. Apesar de não possuir uma interface intuitiva e apresentar apenas uma interface local, o FET atende aos demais requisitos listados acima. A Figura 5 apresenta a Tela Inicial do FET. O FET é bastante flexível, possibilitando alteracões e adequacões em sua estrutura interna e externa.

Diante disso, buscou-se validar a eficiência do FET utilizando dados do curso de SI da UFPI/CSHNB. Esse curso foi escolhido devido ao fácil acesso as informacões necessárias para avaliar o *software* FET. Em entrevista com o coordenador (a) e vice-coordenador (a) do curso foi possível identificar o problema e as restrições envolvidas no processo de alocação de horários e salas. Essa entrevista foi realizada por meio de um questionário, onde buscou-se extrair as informacões necessárias. Neste trabalho foram utilizados dados, referente à alocação de horários e salas do semestre 2018.1.

Diante do exposto, o diferencial deste trabalho em relacão ao de Barata et al. (2010) e Rodrigues, Filho e Miranda (2015) é apresentar o *software* FET como solução tanto para o problema de alocação de horários, como também, para o problema de alocação de salas. Além disso, foram apresentadas outras alternativas de *softwares* para a alocação de

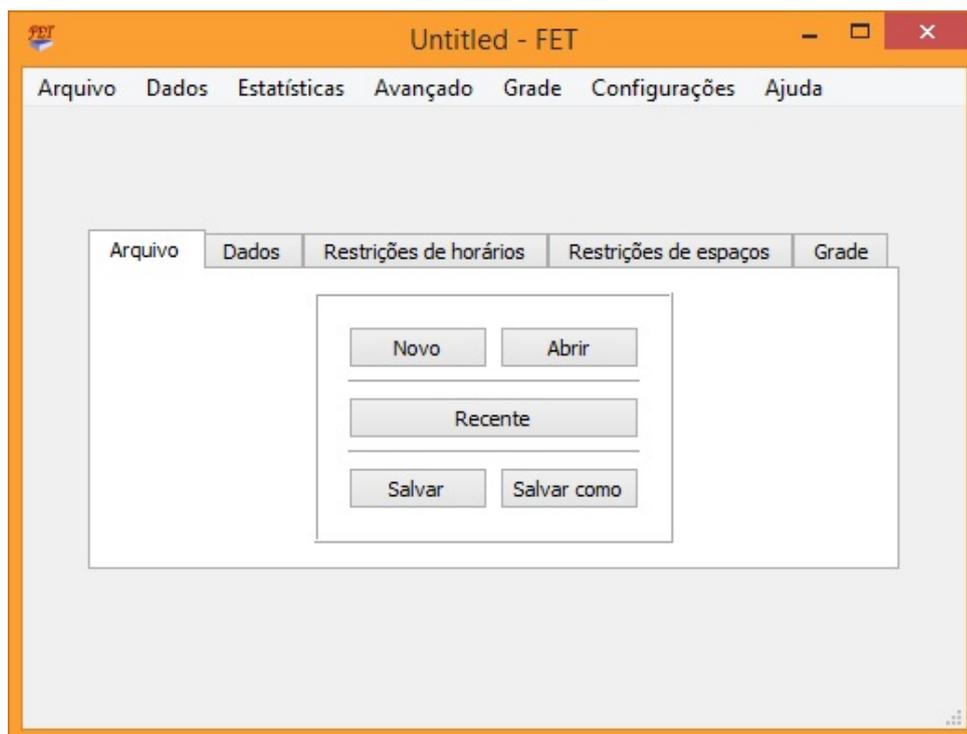


Figura 5: Tela Inicial do FET

horários e salas e foi realizada uma avaliação de desempenho e usabilidade com o intuito de validar a eficiência do FET, como também, foi confeccionado e disponibilizado um manual voltado para os cursos da UFPI/CSHNB.

4.2 Descrição do Problema

A cada final de semestre letivo, o (a) coordenador (a) e vice-coordenador (a) do curso de Sistemas de Informação se depara com o mesmo problema. Tal problema consiste em ofertar disciplinas e turmas e atribuir horários às mesmas, levando em consideração as preferências e disponibilidades dos professores. O coordenador afirmam que esse processo demanda cerca de 30 dias, aproximadamente.

O desenvolvimento das grades de horários se dá da seguinte forma: O coordenador do curso elabora sugestões de ofertas que atendam às necessidades imediatas dos curso que coordenam. No entanto, quando a primeira versão da grade horária é elaborada, os professores fazem diversas sugestões de melhorias ou adequações, o que implica na adaptação ou mesmo na reformulação completa da grade horária resultando em várias versões da grade. Quando a última versão da grade está concluída o coordenador enviam os horários para o chefe de patrimônio para que as aulas sejam alocadas nas salas, sendo que, essa alocação também é feita manualmente. A partir deste momento as turmas começam a ser disponibilizadas no sistema acadêmico para que os alunos possam consultá-las.

Um problema maior foi identificado no curso de Sistemas de Informação. Após a dispo-

nibilização das turmas no sistema acadêmico, modificações de dias e horários de algumas disciplinas são solicitadas na coordenação por parte dos alunos formandos. A partir de então, o coordenador começa a reformular a grade horária manualmente, tentando atender o maior número possível de exigências, tanto por parte dos alunos, quanto por parte dos professores. Apesar do problema, vale destacar que, para o semestre 2018.1 nenhum aluno formando apresentou sugestões de horários na coordenação do curso de SI.

Diante do exposto, foi feita uma coleta das preferências e disponibilidades dos professores, como também, do funcionamento da alocação das salas. A Tabela 15 expõe um conjunto de preferências de dias e horários dos professores do curso de SI. É importante destacar que, a alocação de disciplinas aos professores já era conhecida. Diante disso, esse trabalho buscou alocar as disciplinas em salas, horários e dias semanais considerando as preferências expostas.

Tabela 15: Preferências dos Professores do Curso de SI

Professores	Disciplinas	Preferências
Prof1 de SI	Programação Orientado a Objetos I (2 Turmas) Análise e Projeto de Sistemas Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II Engenharia de Software II Trabalho de Conclusão de Curso II	Segunda à Quarta
Prof2 de SI	Sistemas Operacionais Programação Orientado a Objetos II Sistemas Inteligentes Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III	Terça à Quinta (Quinta até 12 horas)
Prof3 de SI	Banco de Dados I Banco de Dados II Estágio Supervisionado e Curricular Trabalho de Conclusão de Curso III	Terça à Quinta
Prof4 de SI	Sistemas Distribuídos Optativa Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III	Segunda à Quarta
Prof5 de SI	Programação para Web I Programação para Web II Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III Estágio Supervisionado e Curricular	Quinta e Sexta
Prof6 de SI	Gerência de Projetos Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I Interação Humano Computador Sistemas de Informação II Optativa	Terça à Quinta
Prof7 de SI	Redes de Computadores I Redes de Computadores II Gerência de Redes	Segunda à Quarta
Continuação na próxima página		

Tabela 15: Preferências dos Professores do Curso de SI

Professores	Disciplinas	Preferências
Prof8 de SI	Estrutura de Dados II Programação Funcional Algoritmos e Programação II (2 Turmas)	Quarta à Sexta
Prof9 de SI	Sistemas de Informação I Trabalho de Conclusão de Curso II Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação	Segunda à Quarta (Segunda a partir das 10 horas)
Prof10 de SI	Circuitos Digitais (2 Turmas) Arquitetura e Organização de Computadores	Terça à Quinta
Prof11 de SI	Engenharia de Software I Ética e Legislação Trabalho de Conclusão de Curso III Estágio Supervisionado e Curricular	Segunda e Sexta
Prof12 de SI	Programação Lógica Seminário de Introdução ao Curso Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III Trabalho de Conclusão de Curso II (Antigo)	Segunda à Sexta
Prof13 de SI	Lógica para Computação Projeto e Análise de Algoritmos Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III	Segunda à Quarta
Prof14 de SI	Algoritmos e Programação II (2 Turmas) Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III	Segunda, Quinta e Sexta
Prof15 de SI	Estruturas de Dados I (2 Turmas) Trabalho de Conclusão de Curso II Trabalho de Conclusão de Curso III	Terça e Quinta
Prof16 de SI	Gestão Empresarial	Terça e Quarta (16 às 18)
Professor de Outro Curso	Metodologia Científica	Sexta (14 às 16 e 16 às 18)
Professor de Outro Curso	Cálculo Diferencial e Integral I	Segunda e Quarta (16 às 18)
Professor de Outro Curso	Estatística	Segunda e Quarta (08 às 10)
Professor de Outro Curso	Matemática Financeira e Análise de Investimento	Segunda e Quarta (16 às 18)
Professor de Outro Curso	Empreendedorismo em Informática	Quarta (08 às 10 e 10 às 12)
Sem Professor Definido	Contabilidade Geral Matemática Discreta Trabalho de Conclusão de Curso I	Quarta (08 às 10 e 10 às 12)

A alocação de salas do curso de SI é realizada da seguinte maneira: as disciplinas do 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º período são alocadas nas salas 809, 810, 811, 812, 815, e 816, respectivamente, do bloco de SI. Já as disciplinas do 7º período são alocadas em uma

sala do bloco de História. As aulas do 8º período não possui uma sala de referência, pois, são disciplinas (Estágio e Monografia) que não necessita da presença do aluno na sala de aula. As aulas das disciplinas do 8º período são alocadas, geralmente, nos sábados e fora do turno do curso.

Para facilitar a resolução do problema foi necessário modelar, identificar e definir a estrutura de dados de cada curso. O curso de SI possui 4 disciplinas que serão ofertadas a duas turmas de alunos (Turma 1 e Turma 2) e as demais apenas a uma turma de alunos. O curso de SI possui caráter matutino/vespertino. A Tabela 16 apresenta, de forma resumida, as informações obtidas do curso.

Tabela 16: Informações do Curso

Dados	Cursos
	Sistemas de Informação
Disciplinas	48
Professores	22
Períodos Letivos	8
Dias	6 (Segunda à Sábado)
Salas	7
Horários da Aulas	08:00 às 09:00; 09:00 às 10:00; 10:00 às 11:00; 11:00 às 12:00; 14:00 às 15:00; 15:00 às 16:00; 16:00 às 17:00; 17:00 às 18:00

Diante disso, foi feito um levantamento das restrições a serem atendidas na solução do problema. A satisfação de todas as restrições é desejável, mas, nem sempre é possível realizar. As restrições envolvidas neste trabalho são:

- Restrições Rígidas

1. Um professor não poderá ministrar mais de uma disciplina no mesmo dia e horário;
2. Uma turma não poderá assistir a mais de uma aula no mesmo dia e horário;
3. Uma sala de aula não poderá estar reservada para mais de uma disciplina no mesmo dia e horário;
4. A sala de aula alocada a determinada turma deve ser capaz de comportar todos os seus estudantes;
5. Uma aula não poderá ser alocada fora do turno da oferta (diurno, vespertino ou noturno);
6. Disciplinas ministradas por mais de um professor não podem ser alocadas no mesmo dia e horário que as outras disciplinas de ambos os professores.

- Restrições Flexíveis

1. Intervalos na grade de horários de cada turma, entre duas aulas, deverão ser reduzidos;
2. Aulas repetidas de uma disciplina ministradas para uma turma no mesmo dia devem ser evitadas;
3. As aulas de complexidade “difícil” ministradas em horários sequenciais devem ser evitadas;
4. Aulas de complexidade “difícil” ministradas no último horário de cada dia deverão ser evitadas;
5. As aulas de cada disciplina devem ser alocadas com no mínimo um dia de intervalo;
6. Todas as preferências dos professores e alunos em relação aos dias e horários de ministração das aulas devem ser atendidas.

4.3 Metodologia de Avaliação do Software FET

A avaliação do *software* FET foi conduzida tomando como base a versão 5.33.3 lançada em 20 de outubro de 2017. O *software* foi avaliado considerando dois aspectos: o desempenho e a usabilidade. O objetivo do teste de desempenho, foi avaliar exclusivamente a eficiência do FET, ou seja, avaliar o tempo que o *software* consome para alocar horários e salas. Já, o objetivo do teste de usabilidade foi avaliar a facilidade que o *software* possui de ser claramente compreendido e manipulado, como também, descobrir problemas e pontos de melhorias. A metodologia adotada foi baseada no trabalho de Reis et al. (2017). As etapas que a compuseram foram: planejamento, condução e análise dos dados, descritas a seguir.

Planejamento: Entrevista com o coordenador (a) do curso de SI para obtenção das informações necessárias para alocação de horários e salas; Estudo do *software* para identificar as funcionalidades necessárias para alocar horários e salas para os cursos, como também, para avaliar o *software*; Definição das diferentes configurações de entrada a serem avaliadas considerando o contexto dos dois cursos escolhidos; Elaboração de um manual⁷ em português para auxiliar os usuários a utilizarem o *software* FET na confecção da grade horária e alocação de salas. Os passos contidos no manual foram utilizados como roteiro de tarefa de teste; Elaboração do questionário de usabilidade para sondagem da satisfação subjetiva dos participantes. Todas as questões foram retiradas ou baseadas no site ErgoList. O ErgoList⁸ possui uma série de questões voltadas para melhorias na intuitividade, na facilidade de uso e na utilização de *software* interativo; Identificação do local de avaliação e recrutamento dos participantes;

⁷ <https://lalescu.ro/liviu/fet/download/custom/daniela-senna/manual/>

⁸ <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/>

Condução: Preparação do ambiente de avaliação com a escolha de um computador devidamente em condições de uso; Criação de um arquivo no *software* FET para cadastro dos dias, horários, disciplinas, professores, períodos, turmas, atividades e salas; Execução do *software* para gerar a grade horária e alocar as aulas em salas específicas; Coleta e anotação do tempo de execução do *software* para alocar os horários e salas, considerando os diferentes dados do curso de Sistemas de Informação; Posicionamento de cada participante a frente do computador contendo o FET e o manual com orientações de execução de cada tarefa de teste; Observação e anotações da interação de cada participante com o *software*; Aplicação do questionário de usabilidade; Vale ressaltar que foram passadas instruções a cada participante com o intuito de explicar a finalidade do *software* FET, como o teste seria realizado e quais tarefas deveriam ser executadas, como também, os participantes foram instruídos a tirar dúvidas sobre o *software* com o mediador/observador da avaliação.

Análise dos Dados: Organização e tabulação das anotações de tempo feitas durante a execução do *software* para gerar a grade horária e alocar salas para o curso de Sistemas de Informação; Descrição das anotações feitas durante a observação para identificar momentos de dificuldades dos participantes; Tabulação dos dados coletados a partir da aplicação do questionário de usabilidade; Relacionar as informações obtidas de forma a validar a eficiência do *software*, como também, para gerar uma lista de problemas e potenciais soluções.

4.4 Avaliação do FET

Local de realização: A avaliação de desempenho e usabilidade foi realizada na Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros na cidade de Picos, Piauí, Brasil. A avaliação do *software* FET ocorreu, precisamente, em um laboratório de informática pertencente ao curso SI.

Perfil dos participantes: A avaliação de desempenho foi conduzida pelo autor (a) principal desse trabalho. Já, a avaliação de usabilidade contou com a participação de doze (12) alunos do 7º e 8º período do curso de Sistemas de Informação da UFPI/CSHNB. A escolha de alunos apenas desses períodos foi baseada no conhecimento que os mesmos adquiriram ao estudar a disciplina "Interação Humano Computador (IHC)", onde os alunos aprenderam métodos de interação entre pessoas e sistemas computacionais. A quantidade de alunos foi limitada devido ao período de desenvolvimento deste trabalho, como foi executado no final do semestre 2017.2 parte dos alunos já haviam retornado para suas cidades. Apesar da quantidade limitada de alunos, Reis et al. (2017) cita em seu trabalho que para Nielsen (1994): "cinco usuários são capazes de detectar até 85% de problemas de usabilidade, desde que esses usuários pertençam a um mesmo grupo e façam o teste em condições semelhantes". Além disso, entende-se a importância da participação dos responsáveis pela confecção da grade horária manual na avaliação de usabilidade. No

entanto, houve dificuldades em encontrar coordenadores disponíveis que pudessem efetuar os testes.

Tarefas de teste: Para avaliar a usabilidade, os participantes executaram dezessete (17) tarefas de teste explorando as seguintes funcionalidades do *software*: T01) Configurar o Idioma do FET; T02) Criar um Novo Arquivo; T03) Salvar um Arquivo; T04) Abrir um Arquivo; T05) Cadastrar Dias da Semana; T06) Cadastrar Horários de Aula; T07) Cadastrar Disciplinas; T08) Cadastrar Professores; T09) Cadastrar os Períodos de um Curso e Dividir em Turmas; T10) Cadastrar Salas; T11) Cadastrar Atividades; T12) Cadastrar Restrições de Horários para Atividades; T13) Cadastrar Restrições de Espaços para Disciplinas; T14) Gerar a Grade Horária; T15) Visualizar a Grade Horária; T16) Bloquear e Desbloquear a Grade Horária; T17) Imprimir a Grade Horária.

Na avaliação de desempenho foram executadas as dezessete tarefas de teste, sendo que, o objetivo foi avaliar o tempo que o *software* consumia para gerar a grade horária e alocar as aulas em salas, atendendo as preferências e disponibilidades dos professores. Desta forma, o tempo para cadastrar todas as informações não foi considerado, pois tratava-se de ações obrigatórias e necessárias. Analisando os dados obtidos, observou-se que o curso de SI possui poucas disciplinas nos últimos períodos (7º e 8º). Diante disso, o número de salas do curso foi reduzido e as disciplinas foram associadas apenas a 6 salas. Foi criado um arquivo no *software* e salvo com todas as informações necessárias, tal que o tempo para o cadastro das informações é de 1 hora, aproximadamente. Esse tempo pode variar em virtude da habilidade do coordenador/usuário com sistemas computadorizados. Após esse processo, o arquivo de dados criado no *software* foi executado 10 vezes.

Observações e anotações realizadas durante a interação: Durante a realização das tarefas de testes, foram tomadas notas, por meio de observações, dos acontecimentos relevantes. As anotações incluíam ações dos participantes no *software*, seus comentários ou dúvidas expressas verbal ou facilmente, como também, foram feitas anotações do tempo que o *software* consumia, em cada uma das dez (10) execuções, para gerar a grade horária e alocar as aulas em salas. Vale ressaltar que esse tempo é fornecido pelo próprio *software* FET.

Dados coletados via questionário (satisfação e estado emocional): Após a execução das tarefas de testes cada participante foi submetido a um questionário de usabilidade para sondagem da satisfação subjetiva. O questionário contemplou um total de quatorze itens abordando aspectos relativos à presteza, legibilidade, facilidade/dificuldade de aprendizado e uso, identificação e correção de erros e motivação para uso posterior ou indicação do *software* para uso de terceiros. Para cada pergunta, o participante selecionava uma resposta considerando uma escala de três pontos: Sim, Não, Talvez.

4.5 Resultados

O desempenho do *software* FET foi avaliado com dados reais do curso de SI, como mencionado anteriormente. Com todas as informações de ofertas, salas, restrições de horários e dias cadastrados, o *software* foi executado 10 vezes. O *software* foi executado com todas as informações da Tabela 16, exceto, o número de salas do curso.

Ao analisar o tempo de execução expresso na Tabela 17, observa-se que o *software* FET consegue alocar horários e salas em um tempo bem menor que a forma manual. Enquanto, a forma manual requer 30 dias, aproximadamente, para alocação de horários e salas, o *software* consome 0 ou 1 segundo.

Tabela 17: Tempo de Execução do Software FET

Cursos	Nº									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sistemas de Informação	1s	0s								

Vale destacar ainda, que o FET gerou a grade horária e alocou as aulas nas salas considerando todas as restrições, preferências e disponibilidades de todos os professores em cada uma das execuções. Além disso, todas as disciplinas do curso de SI foram associadas apenas a 6 salas, reduzindo, assim, o número de salas utilizadas, como também, a distância percorrida pelos docentes e discentes até as salas de aula. Esses resultados permitem que docentes realizem outras atividades administrativas e de pesquisa e, finalmente, garante um bom nível de utilização da infraestrutura da UFPI/CSHNB.

Para averiguar essa informação observe os horários dos 8 períodos presentes nas Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. É importante destacar que, o *software* FET gera uma grade horária diferente em cada execução. No entanto, o *software* disponibiliza a opção de bloquear os horários da grade atual. No apêndice A estão dispostos os horários por salas.

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	1º Período Turma 1 e Turma 2 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809	1º Período Turma 1 Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 809		1º Período Turma 2 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809	1º Período Turma 1 e Turma 2 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809
09:00 - 10:00 h	1º Período Turma 1 e Turma 2 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809	1º Período Turma 1 Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 809		1º Período Turma 2 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809	1º Período Turma 1 e Turma 2 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809
10:00 - 11:00 h	1º Período Turma 1 Sistemas de Informação I - P1 Ismael 809	1º Período Turma 1 Sistemas de Informação I - P1 Ismael 809	1º Período Turma 1 Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 809	1º Período Turma 1 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809	
11:00 - 12:00 h	1º Período Turma 1 Sistemas de Informação I - P1 Ismael 809	1º Período Turma 1 Sistemas de Informação I - P1 Ismael 809	1º Período Turma 1 Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 809	1º Período Turma 1 Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 809	
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h					1º Período Turma 1 Metodologia Científica - P1 Madila 809
15:00 - 16:00 h					1º Período Turma 1 Metodologia Científica - P1 Madila 809
16:00 - 17:00 h		1º Período Turma 1 Gestão Empresarial - P1 Heloina 809	1º Período Turma 1 Gestão Empresarial - P1 Heloina 809	1º Período Turma 1 Seminário de Introdução ao Curso - P1 Patricia Vieira 809	1º Período Turma 1 Metodologia Científica - P1 Madila 809
17:00 - 18:00 h		1º Período Turma 1 Gestão Empresarial - P1 Heloina 809	1º Período Turma 1 Gestão Empresarial - P1 Heloina 809		1º Período Turma 1 Metodologia Científica - P1 Madila 809

Figura 6: Horário do 1º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	2º Período Turma 1 Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 810	2º Período Turma 1 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 1 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 2 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 1 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810
09:00 - 10:00 h	2º Período Turma 1 Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 810	2º Período Turma 1 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 1 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 2 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 1 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810
10:00 - 11:00 h	2º Período Turma 1 Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 810	2º Período Turma 2 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 1 e Turma 2 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810	2º Período Turma 1 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810	2º Período Turma 2 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810
11:00 - 12:00 h	2º Período Turma 1 Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 810	2º Período Turma 2 Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 810	2º Período Turma 1 e Turma 2 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810	2º Período Turma 1 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810	2º Período Turma 2 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h	2º Período Turma 1 Matemática Discreta - P2 Sem Professor 810	2º Período Turma 1 Programação Lógica - P2 Patrícia Vieira 810	2º Período Turma 1 Sistemas de Informação II - P2 Pamela 810	2º Período Turma 2 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810	
15:00 - 16:00 h	2º Período Turma 1 Matemática Discreta - P2 Sem Professor 810	2º Período Turma 1 Programação Lógica - P2 Patrícia Vieira 810	2º Período Turma 1 Sistemas de Informação II - P2 Pamela 810	2º Período Turma 2 Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 810	
16:00 - 17:00 h	2º Período Turma 1 Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 810	2º Período Turma 1 Sistemas de Informação II - P2 Pamela 810	2º Período Turma 1 Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 810	2º Período Turma 1 Matemática Discreta - P2 Sem Professor 810	
17:00 - 18:00 h	2º Período Turma 1 Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 810	2º Período Turma 1 Sistemas de Informação II - P2 Pamela 810	2º Período Turma 1 Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 810	2º Período Turma 1 Matemática Discreta - P2 Sem Professor 810	

Figura 7: Horário do 2º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	3º Período Turma 1 Estatística - P3 Erik 811	3º Período Turma 1 e Turma 2 Estruturas de Dados I - P3 Oseas 811	3º Período Turma 1 Estatística - P3 Erik 811	3º Período Turma 2 Estruturas de Dados I - P3 Oseas 811	3º Período Turma 1 Engenharia de Software I - P3 Leonardo 811
09:00 - 10:00 h	3º Período Turma 1 Estatística - P3 Erik 811	3º Período Turma 1 e Turma 2 Estruturas de Dados I - P3 Oseas 811	3º Período Turma 1 Estatística - P3 Erik 811	3º Período Turma 2 Estruturas de Dados I - P3 Oseas 811	3º Período Turma 1 Engenharia de Software I - P3 Leonardo 811
10:00 - 11:00 h	3º Período Turma 2 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 2 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 1 Banco de Dados I - P3 Dennis 811	3º Período Turma 1 Estruturas de Dados I - P3 Oseas 811	
11:00 - 12:00 h	3º Período Turma 2 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 2 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 1 Banco de Dados I - P3 Dennis 811	3º Período Turma 1 Estruturas de Dados I - P3 Oseas 811	
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h	3º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 1 Sistemas Operacionais - P3 Deborah 811	3º Período Turma 1 Sistemas Operacionais - P3 Deborah 811	3º Período Turma 1 Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 811	
15:00 - 16:00 h	3º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 1 Sistemas Operacionais - P3 Deborah 811	3º Período Turma 1 Sistemas Operacionais - P3 Deborah 811	3º Período Turma 1 Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 811	
16:00 - 17:00 h	3º Período Turma 1 Engenharia de Software I - P3 Leonardo 811	3º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 1 Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 811	3º Período Turma 1 Banco de Dados I - P3 Dennis 811	
17:00 - 18:00 h	3º Período Turma 1 Engenharia de Software I - P3 Leonardo 811	3º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 811	3º Período Turma 1 Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 811	3º Período Turma 1 Banco de Dados I - P3 Dennis 811	

Figura 8: Horário do 3º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	4º Período Turma 1 Engenharia de Software II - P4 Alcemir 812	4º Período Turma 1 Banco de Dados II - P4 Dennis 812	4º Período Turma 1 Estrutura de Dados II - P4 Glauber 812	4º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 812	4º Período Turma 1 Programação para Web I - P4 Imperes 812
09:00 - 10:00 h	4º Período Turma 1 Engenharia de Software II - P4 Alcemir 812	4º Período Turma 1 Banco de Dados II - P4 Dennis 812	4º Período Turma 1 Estrutura de Dados II - P4 Glauber 812	4º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 812	4º Período Turma 1 Programação para Web I - P4 Imperes 812
10:00 - 11:00 h		4º Período Turma 1 Interação Humano Computador - P4 Pamela 812	4º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 812		
11:00 - 12:00 h		4º Período Turma 1 Interação Humano Computador - P4 Pamela 812	4º Período Turma 1 Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 812		
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h			4º Período Turma 1 Engenharia de Software II - P4 Alcemir 812	4º Período Turma 1 Programação para Web I - P4 Imperes 812	4º Período Turma 1 Estrutura de Dados II - P4 Glauber 812
15:00 - 16:00 h			4º Período Turma 1 Engenharia de Software II - P4 Alcemir 812	4º Período Turma 1 Programação para Web I - P4 Imperes 812	4º Período Turma 1 Estrutura de Dados II - P4 Glauber 812
16:00 - 17:00 h	4º Período Turma 1 Redes de Computadores I - P4 Fredison 812	4º Período Turma 1 Redes de Computadores I - P4 Fredison 812	4º Período Turma 1 Banco de Dados II - P4 Dennis 812	4º Período Turma 1 Interação Humano Computador - P4 Pamela 812	
17:00 - 18:00 h	4º Período Turma 1 Redes de Computadores I - P4 Fredison 812	4º Período Turma 1 Redes de Computadores I - P4 Fredison 812	4º Período Turma 1 Banco de Dados II - P4 Dennis 812	4º Período Turma 1 Interação Humano Computador - P4 Pamela 812	

Figura 9: Horário do 4º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	5º Período Turma 1 Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 815	5º Período Turma 1 Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 815	5º Período Turma 1 Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 815		
09:00 - 10:00 h	5º Período Turma 1 Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 815	5º Período Turma 1 Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 815	5º Período Turma 1 Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 815		
10:00 - 11:00 h	5º Período Turma 1 Redes de Computadores II - P5 Fredison 815	5º Período Turma 1 Redes de Computadores II - P5 Fredison 815	5º Período Turma 1 Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 815	5º Período Turma 1 Programação para Web II - P5 Imperes 815	5º Período Turma 1 Programação para Web II - P5 Imperes 815
11:00 - 12:00 h	5º Período Turma 1 Redes de Computadores II - P5 Fredison 815	5º Período Turma 1 Redes de Computadores II - P5 Fredison 815	5º Período Turma 1 Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 815	5º Período Turma 1 Programação para Web II - P5 Imperes 815	5º Período Turma 1 Programação para Web II - P5 Imperes 815
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h		5º Período Turma 1 Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 815	5º Período Turma 1 Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 815	5º Período Turma 1 Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 815	
15:00 - 16:00 h		5º Período Turma 1 Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 815	5º Período Turma 1 Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 815	5º Período Turma 1 Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 815	
16:00 - 17:00 h	5º Período Turma 1 Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 815	5º Período Turma 1 Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 815	5º Período Turma 1 Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 815		
17:00 - 18:00 h	5º Período Turma 1 Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 815	5º Período Turma 1 Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 815	5º Período Turma 1 Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 815		

Figura 10: Horário do 5º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira
06:00 - 07:00 h				
07:00 - 08:00 h				
08:00 - 09:00 h	6º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso I - P6 Sem Professor 816	6º Período Turma 1 Optativa 1 - P6 Airton 816	6º Período Turma 1 Gerência de Projetos - P6 Pamela 816	6º Período Turma 1 Gerência de Projetos - P6 Pamela 816
09:00 - 10:00 h	6º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso I - P6 Sem Professor 816	6º Período Turma 1 Optativa 1 - P6 Airton 816	6º Período Turma 1 Gerência de Projetos - P6 Pamela 816	6º Período Turma 1 Gerência de Projetos - P6 Pamela 816
10:00 - 11:00 h	6º Período Turma 1 Optativa 1 - P6 Airton 816	6º Período Turma 1 Sistemas Distribuídos - P6 Airton 816	6º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 816	6º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 816
11:00 - 12:00 h	6º Período Turma 1 Optativa 1 - P6 Airton 816	6º Período Turma 1 Sistemas Distribuídos - P6 Airton 816	6º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 816	6º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 816
12:00 - 13:00 h				
13:00 - 14:00 h				
14:00 - 15:00 h	6º Período Turma 1 Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 816	6º Período Turma 1 Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 816	6º Período Turma 1 Sistemas Distribuídos - P6 Airton 816	
15:00 - 16:00 h	6º Período Turma 1 Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 816	6º Período Turma 1 Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 816	6º Período Turma 1 Sistemas Distribuídos - P6 Airton 816	
16:00 - 17:00 h		6º Período Turma 1 Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 816	6º Período Turma 1 Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 816	
17:00 - 18:00 h		6º Período Turma 1 Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 816	6º Período Turma 1 Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 816	

Figura 11: Horário do 6º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado
06:00 - 07:00 h						
07:00 - 08:00 h						
08:00 - 09:00 h			7º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 809			
09:00 - 10:00 h			7º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 809			
10:00 - 11:00 h					7º Período Turma 1 Ética e Legislação - P7 Leonardo 809	7º Período Turma 2 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patrícia Vieira 815
11:00 - 12:00 h					7º Período Turma 1 Ética e Legislação - P7 Leonardo 809	7º Período Turma 2 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patrícia Vieira 815
12:00 - 13:00 h						
13:00 - 14:00 h						
14:00 - 15:00 h	7º Período Turma 1 Ética e Legislação - P7 Leonardo 809	7º Período Turma 1 Optativa 2 - P7 Pamela 809	7º Período Turma 1 Programação Funcional - P7 Glauber 809	7º Período Turma 1 Optativa 2 - P7 Pamela 809		
15:00 - 16:00 h	7º Período Turma 1 Ética e Legislação - P7 Leonardo 809	7º Período Turma 1 Optativa 2 - P7 Pamela 809	7º Período Turma 1 Programação Funcional - P7 Glauber 809	7º Período Turma 1 Optativa 2 - P7 Pamela 809		
16:00 - 17:00 h	7º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 809					
17:00 - 18:00 h	7º Período Turma 1 Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 809					
18:00 - 19:00 h	7º Período Turma 2 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patrícia Vieira 815			7º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airtton, Imperes, Ismael, Patrícia Vieira, Patrícia Medyna, Oseas, Alcilene 815		7º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airtton, Imperes, Ismael, Patrícia Vieira, Patrícia Medyna, Oseas, Alcilene 815
19:00 - 20:00 h	7º Período Turma 2 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patrícia Vieira 815			7º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airtton, Imperes, Ismael, Patrícia Vieira, Patrícia Medyna, Oseas, Alcilene 815		7º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airtton, Imperes, Ismael, Patrícia Vieira, Patrícia Medyna, Oseas, Alcilene 815

Figura 12: Horário do 7º Período do Curso de SI

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado
06:00 - 07:00 h	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816		8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
07:00 - 08:00 h	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816		8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
08:00 - 09:00 h						8º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 816
09:00 - 10:00 h						8º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 816
10:00 - 11:00 h						8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
11:00 - 12:00 h						8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
12:00 - 13:00 h						
13:00 - 14:00 h						
14:00 - 15:00 h					8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
15:00 - 16:00 h					8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
16:00 - 17:00 h					8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
16:00 - 17:00 h					8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
17:00 - 18:00 h					8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816	8º Período Turma 1 Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 816
18:00 - 19:00 h		8º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 816				
19:00 - 20:00 h		8º Período Turma 1 Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 816				

Figura 13: Horário do 8º Período do Curso de SI

Apesar de nenhuma sugestão ou modificação da grade horária ter sido solicitada por algum aluno formando, vale destacar que, o *software* FET possibilita e facilita a confecção de grades horárias considerando interesses de alunos que estão no último período da graduação. Essa afirmação pode ser averiguada, pois o *software* FET permite que mais de um professor esteja associado a uma determinada disciplina. Como o interesse do aluno modifica, em muitos casos, o horário do professor, o aluno pode ser cadastrado no sistema e associado as disciplinas, e respectivamente ao professor, que são do seu interesse.

Durante a condução da avaliação de usabilidade, houve uma homogeneidade em relação ao tempo de realização das tarefas de teste (média de 30 minutos). Considerando as notas tomadas durante as observações foi possível identificar alguns aspectos negativos do *software* que não favoreceram o processo interativo dos participantes com o *software* FET. Estes aspectos são apresentados a seguir, por tarefa de teste:

T06: Cadastrar Dias da Semana – 3 participantes apresentaram dúvidas em relação a forma correta de inserção das horas do dia.

T09: Cadastrar os Períodos de um Curso e Dividir em Turmas – 2 participantes apresentaram dúvidas em relação ao cadastro de turmas para os períodos letivos.

T11: Cadastrar Atividades – 1 participante identificou que ao clicar no botão “Incluir” na tela de cadastro de atividades um ícone é apresentado, no entanto, esse ícone não condiz com a confirmação de inclusão da atividade.

T01); T05); T06); T07); T08); T09); T10); T11); T12); T13); T14); T15); T16); T17) – 2 participantes identificaram que nas telas dessas tarefas de teste há um ponto de interrogação (?) que não produz ação sobre a tela.

Além desses aspectos, os participantes informaram que várias pontos devem ser melhorados como: as cores da tela, organização de menus, organização dos campos de cadastro, mecanismos de buscas de professores e disciplinas. No entanto, É possível identificar que, de forma geral, os participantes não tiveram muita dificuldade na execução das tarefas, visto que, foi disponibilizado um roteiro de tarefas de teste explicando os passos necessários para geração de um cronograma de horários e alocação de salas.

Com relação ao questionário de usabilidade para sondagem da satisfação subjetiva, foi possível identificar (ver Tabela 18) que, os participantes demonstraram satisfação e confiança ao utilizarem o *software*. Esta informação está coerente com as respostas fornecidas nas questões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13 e 14. Analisando a questão 7 pode-se observar que apenas 3 participantes acharam o *software* fácil de usar, ou seja, no primeiro momento de contato, os participantes relatam que existe uma certa dificuldade em utilizar o *software*, no entanto, essa dificuldade não significa que o *software* seja difícil de usar. Essa questão pode ser confirmada na quantidade de participantes que marcaram a alternativa "Talvez", como também, na quantidade de participantes (6) que informaram que acham fácil aprender a usar o *software* (Questão 9), ou seja, conforme novas interações forem efetuadas com o *software* o aprendizado é concretizado.

Tabela 18: Resultado do Questionário de Usabilidade

Questões	Sim	Não	Talvez
1 - O título de identificação dos menus, das opções de menu, telas ou janelas são de fácil compreensão?	9	2	1
2 - A organização dos menus e das opções de menus parece bastante lógica?	9	1	2
3 - O tamanho da letra dos menus, das opções de menus, telas ou janelas prejudica a sua legibilidade?	4	7	1
4 - As informações contidas em algumas telas do software são úteis?	11	0	1
5 - Na ocorrência de erros, o usuário tem acesso as informações necessárias ao diagnóstico e à solução do problema?	9	0	3
6 - As mensagens de erro ajudam o usuário a resolver o problema?	10	0	2
7 - Você achou o software fácil de usar?	3	1	8
8 - Usar esse software é uma perda de tempo?	0	12	0
9 - Você acha fácil aprender a usar o software?	6	3	3
10 - Você acha que esse software poderia ser utilizado para gerar a grade horária do seu curso?	12	0	0
11 - A forma como a grade horária é apresentada no software é clara e compreensível?	11	1	0
12 - A velocidade da elaboração da grade horária neste software é suficientemente rápida comparado com a forma manual?	12	0	0
13 - O manual de utilização do software FET é útil?	12	0	0
14 - Você recomendaria este software para os coordenadores?	12	0	0

Analisando o resultado do questionário de usabilidade, foi possível perceber pelas respostas fornecidas que: todos os participantes confirmam a eficiência, rapidez e viabilidade do FET para a alocação de horários e salas, apesar da dificuldade inicial que se têm ao conhecer um novo *software*.

5 Conclusão

O problema de horários dos cursos universitários e o problema de atribuição de salas de aula são temas bem estudados pela comunidade científica. A revisão realizada neste trabalho permitiu identificar que 60% das soluções desenvolvidas para resolver o PHCU e o PASA são combinações de vários métodos. Essas combinações são realizadas para ampliar o espaço de busca de soluções, na tentativa de minimizar a violação de restrições.

A execução da RSL permitiu observar que há uma alta frequência da utilização de instâncias reais. No entanto, os resultados mostram que apenas 8% soluções são desenvolvidas para auxiliar, diretamente, os responsáveis pela alocação de horários e salas nas instituições. Observou-se também que, o PHCU e o PASA só são abordados, simultaneamente, em apenas 6% dos trabalhos analisados. Esse fato está relacionado diretamente a complexidade de ambos os problemas.

Os resultados obtidos na avaliação de desempenho e usabilidade validam a eficiência do FET em resolver o PHCU e o PASA no curso de Sistemas de Informação da UFPI/CSHNB. Os resultados apontam que os problemas foram resolvidos satisfatoriamente, impactando na redução de tempo, esforço, salas utilizadas e distância percorrida pelos docentes e discentes, fornecendo uma grade horária viável, de boa qualidade, sem erros, que atende a 100% as restrições rígidas, flexíveis e as preferências dos professores.

Diante do exposto, conclui-se que podem ser apontadas as seguintes vantagens do FET, em relação ao processo executado de forma manual: Economia de tempo, custo e pessoal, para geração das grades horárias e alocação das salas; Possibilidade de alterar os resultados obtidos em qualquer momento; O fornecimento de informações mais detalhadas; e Atendimento aos requisitos necessários e preferenciais na construção de grades horárias.

Como trabalhos futuros, pretende-se testar o *software* com dados dos outros cursos da UFPI/CSHNB, com dados de cursos de outras instituições, como também, com dados de alunos que estão no último período da graduação. O curso de Sistemas de Informação elabora as suas grades horárias considerando interesses de alunos que estão terminando o curso. No entanto, para o semestre 2018.1 nenhuma mudança ou sugestão de horário foi solicitado na coordenação. Além disso, ampliar a busca por trabalhos em outras bases de dados como: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct*, *Scielo*, *ACM Digital Library* e *SpringerLink*.

Referências

- AGAHIAN, S.; PEHLIVAN, H.; DEHKHARGHANI, R. Adaptation and use of artificial bee colony algorithm to solve curriculum-based course time-tabling problem. In: *2014 5th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 77–82. ISSN 2166-0662. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.
- ALVES, S. S. A.; OLIVEIRA, S. A. F.; NETO, A. R. R. A novel educational timetabling solution through recursive genetic algorithms. In: *2015 Latin America Congress on Computational Intelligence (LA-CCI)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–6. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 37.
- ARMAY, E. F. et al. Implementing parallel processing at graph coloring to build software for course timetabling. In: *2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 181–186. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 33.
- BABAEI, H.; KARIMPOUR, J.; OROJI, H. Using fuzzy c-means clustering algorithm for common lecturers timetabling among departments. In: *2016 6th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 243–250. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 33.
- BADONI, R. P.; GUPTA, D. K. A new algorithm based on students groupings for university course timetabling problem. In: *2015 2nd International Conference on Recent Advances in Engineering Computational Sciences (RAECS)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–5. Citado 3 vezes nas páginas 20, 34 e 37.
- BARATA, B. M. P. et al. Problema de alocação de horários: um estudo de caso utilizando o software livre fet. *Revista Eletronica TECCEN*, v. 3, n. 2, p. 13–22, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 42, 46 e 48.
- BORGES, A. et al. Binary integer programming model for university courses timetabling: a case study. *Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2338–2345, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 37.
- BUCCO, G. B.; BORNIA-POULSEN, C. J.; BANDEIRA, D. L. Desenvolvimento de um modelo de programação linear para o problema da construção de grades horárias em universidades. *Gestão & Produção*, v. 24, n. 1, p. 40–49, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 29.
- CARTER, M. W.; TOVEY, C. When is the classroom assignment problem hard? v. 40, p. 28–39, 02 1989. Citado na página 43.
- CARVALHO, A. S. et al. Simulated annealing aplicado ao problema de programação de horários do cca-ufes. *Blucher Marine Engineering Proceedings*, v. 2, n. 1, p. 341–352, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 20.
- CIRINO, R. B. Z.; SANTOS, M. O.; DELBEM, A. C. B. Aplicação da metaheurística agc para o problema de alocação de aulas a salas. *Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 1745–1755, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 37.

- COSTA, C. d. S. *Uma abordagem baseada em evidências para o gerenciamento de projetos no desenvolvimento distribuído de software*. Dissertação (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Citado na página 23.
- COSTA, D. H. d. S.; COELHO, I. M.; PINTO, P. E. D. Programação de horários e alocação de salas de aula no ime/uerj com simulated annealing e lahc. *Anais do XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2077–2088, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 26, 29 e 42.
- CSIMA, J.; GOTLIEB, C. C. Tests on a computer method for constructing school timetables. *Communications of the ACM*, ACM, v. 7, n. 3, p. 160–163, 1964. Citado na página 20.
- FERDIANA, R.; RIDWAN, N.; HIDAYAT, N. F. A pragmatic algorithm approach to develop course timetable web application based on cloud technology. In: *2017 7th International Annual Engineering Seminar (InAES)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 29.
- FONG, C. W. et al. A novel hybrid swarm based approach for curriculum based course timetabling problem. In: *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 544–550. ISSN 1089-778X. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 40.
- FONG, C. W.; ASMUNI, H.; MCCOLLUM, B. A hybrid swarm-based approach to university timetabling. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, v. 19, n. 6, p. 870–884, Dec 2015. ISSN 1089-778X. Citado 5 vezes nas páginas 20, 34, 37, 42 e 43.
- FONSECA, G. H. G. d.; DELFINO, T. D. Software web para problemas de agendamento de horários modelados em xhstt. *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 957–966, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.
- FREIRE, J.; MELO, R. A. Formulações, heurísticas e um limite combinatório para o problema de alocação de salas de aula com demandas flexíveis. *Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 722–729, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 33.
- GALL, A. F. N.; SILVA, A. R. V. d. Alocação de horários de professores e turmas em um curso universitário. *Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2386–2393, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 20, 30 e 33.
- GHASEMI, E.; MORADI, P.; FATHI, M. Integrating abc with genetic grouping for university course timetabling problem. In: *2015 5th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 24–29. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 37.
- GOTLIEB, C. C. The construction of class-teacher timetables. In: *Proceedings IFIP Congress*. [S.l.: s.n.], 1963. v. 62, p. 73–77. Citado na página 20.
- ILHAM, N. I. et al. Auto-generate scheduling system based on expert system. In: *2017 7th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 6–10. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 29.

- JAENGCHUEA, S.; LOHPETCH, D. A hybrid genetic algorithm with local search and tabu search approaches for solving the post enrolment based course timetabling problem: Outperforming guided search genetic algorithm. In: *2015 7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 29–34. Citado 4 vezes nas páginas 19, 20, 35 e 37.
- JAMAL, A. Multiple scattered local search for course scheduling problem. In: *2017 International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology (ICSIT)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 114–119. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 29.
- JARDIM, A. M.; SEMAAN, G. S.; PENNA, P. H. V. Uma heurística para o problema de programação de horários: Um estudo de caso. *Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 777–788, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 30, 33 e 42.
- KLEINE-BOYMAN, M.; KLÜVER, C.; KLÜVER, J. Optimization of room allocation plans at the university duisburg-essen with a regulatory algorithm. In: *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 4815–4822. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 33.
- KOMAKI, H. et al. Interactive optimization techniques based on a column generation model for timetabling problems of university makeup courses. In: *2015 IEEE 8th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 127–130. ISSN 1883-3977. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 37.
- LIH, B. C.; NAH, S. S.; BOLHASSAN, N. A. A study on heuristic timetabling method for faculty course timetable problem. In: *2015 9th International Conference on IT in Asia (CITA)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–3. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 37.
- MARIANO, G. P. *Resolução do problema de programação de horários de disciplinas do CCA-UFES utilizando a meta-heurística ALNS*. 2014. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre-ES. Citado na página 31.
- MAYA, N. R.; FLORES, J. J.; RANGEL, H. R. Performance Comparison of Evolutionary Algorithms for University Course Timetabling Problem. *Computación y Sistemas*, scielomx, v. 20, p. 623 – 634, 12 2016. ISSN 1405-5546. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.
- MONTEIRO, R. C. et al. Algoritmo híbrido iterated local search e simulated annealing para o problema de tabela-horário de universidades. *Anais do XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 1867–1878, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.
- MORAIS, R. R. d.; SILVA, D. A. Modelagem para alocação de salas de aulas em uma instituição de ensino superior. *Convibra*, 2014. Citado na página 27.
- MOREIRA, L. V. et al. Meta-heurística grasp para o problema de tabela-horário de disciplinas do departamento de computação do cca-ufes. *Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2171–2182, 2016. Citado 4 vezes nas páginas 15, 20, 31 e 33.
- NETO, R. F. d. O.; MARIANO, C. C. L.; FARIAS, M. S. R. Horário universitário personalizado por meta-heurística: Um estudo de caso. *Anais do XLIX Simpósio*

Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 744–754, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.

NEUKIRCHEN, F. V. P. et al. Um estudo de caso sobre a geração de quadros de horários no departamento de ciência da computação da ufrgs. *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 3272–3279, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.

NIELSEN, J. Usability engineering. *Elsevier*, 1994. Citado na página 54.

NOGAREDA, A.-M.; CAMACHO, D. Optimizing satisfaction in a multi-courses allocation problem combined with a timetabling problem. *Soft Computing*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, v. 21, n. 17, p. 4873–4882, set. 2017. ISSN 1432-7643. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00500-016-2375-8>>. Citado na página 19.

NUNES, R. C.; SILVA, F. M. d.; NETO, R. F. T. Problema de alocação de salas: Modelagem e aplicação na ufscar. *Anais do XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP)*, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.

PAULA, M. F. R. D. et al. Modelagem matemática de horário escolar – estudo de caso em uma universidade pública federal de messoró/rn. *Anais de XXI Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)*, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.

PHILLIPS, A. E. et al. Integer programming for minimal perturbation problems in university course timetabling. *Annals of Operations Research*, v. 252, n. 2, p. 283–304, May 2017. ISSN 1572-9338. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10479-015-2094-z>>. Citado na página 19.

PILLAY, N. Evolving construction heuristics for the curriculum based university course timetabling problem. In: *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 4437–4443. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.

POULSEN, C. J. B.; BUCCO, G. B.; BANDEIRA, D. L. Uma proposta de programação matemática para o university course timetabling problem. *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 979–990, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 19, 38 e 40.

PRADO, A. S.; SOUZA, S. R. d. Problema de alocação de salas em cursos universitários: um estudo de caso. *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2054–2065, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 19, 38 e 40.

QUEIROGA, E. V. et al. Problema de alocação de aulas: O caso da central de aulas da ufpb. *Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 848–859, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 19, 35 e 37.

QUEIROZ, D. L. d.; NEPOMUCENO, N. V. Um modelo em programação linear inteira para alocação de disciplinas: Um estudo de caso no curso de ciência da computação da universidade de fortaleza. *Anais do XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2914–2925, 2017. Citado 4 vezes nas páginas 18, 19, 26 e 29.

REIS, L. S. et al. Avaliação de usabilidade do aplicativo vlibras-móvel com usuários surdos. *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: Workshops e Pôsteres*, p. 123–126, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 53 e 54.

- ROCHA, W. d. S. Algoritmo grasp para o problema de tabela-horário de universidades. Dissertação (Mestre em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória- ES, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 35.
- RODRIGUES, J. d. S.; FILHO, F. S. B.; MIRANDA, C. C. d. Alocando horários de aulas nos cursos de bacharelado em sistemas de informação e licenciatura em computação do campus universitário vale do teles pires utilizando fet timetabling – um estudo de caso. *Anais da Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) – Regional de Mato Grosso*, v. 6, n. 0, p. 50–55, 2015. Citado 5 vezes nas páginas 37, 42, 44, 46 e 48.
- SALES, E. d. S.; MüLLER, F. M.; SIMONETTO, E. d. O. Solução do problema de alocação de salas utilizando um modelo matemático multi-índice. *Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2596–2607, 2015. Citado 5 vezes nas páginas 18, 19, 28, 35 e 37.
- SÁNCHEZ-PARTIDA, D. et al. Case study: Simulated annealing for improving the educational timetable. *Nova scientia*, scielomx, v. 8, p. 340 – 360, 00 2016. ISSN 2007-0705. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.
- SANTANA, E.; SILVEIRA, I. Uma revisão sistemática aplicada ao estudo de recursos educacionais abertos multiculturais. *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)*, p. 153–162, 10 2017. Citado na página 22.
- SCHAERF, A. A survey of automated timetabling. *Artif. Intell. Rev.*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, v. 13, n. 2, p. 87–127, abr. 1999. ISSN 0269-2821. Citado 5 vezes nas páginas 15, 18, 19, 20 e 43.
- SEGATTO, E. d. A. et al. Um algoritmo grasp com cadeia de kempe aplicado ao problema de tabela-horário para universidades. *Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2643–2654, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 27, 35 e 37.
- SHIMAZAKI, S.; SAKAKIBARA, K.; MATSUMOTO, T. Iterative optimization techniques based on man-machine interaction for timetabling problems. In: *2014 IEEE 7th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 125–129. ISSN 1883-3977. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.
- SILVA, A. R. V. d. Uma formulação matemática para o problema da alocação de horários em um curso universitário: um estudo de caso. *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2704–2715, 2014. Citado 4 vezes nas páginas 20, 30, 38 e 40.
- SILVA, D. J.; SILVA, G. C. Heurísticas baseadas no algoritmo de coloração de grafos para o problema de alocação de salas em uma instituição de ensino superior. *Anais do XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 2839–2849, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 19.
- SILVA, I. L. d.; CAMPOS, S. C. Programação inteira para timetabling em uma universidade privada. *Anais do XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 798–809, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.
- SILVA, I. L. d.; MACHADO, P. H. M.; CAMPOS, S. C. Algoritmo genético para resolução do problema de university course timetabling para instituições de ensino

- superior privadas: Um estudo de caso na fagoc. *Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 698–709, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 20, 31 e 33.
- SILVA, W. R. d. A.; PRADO, E. P. V. Avaliação do nível de alfabetização computacional de indivíduos: Uma revisão sistemática da literatura. *Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017)*, p. 1003, 2017. Citado na página 23.
- SIQUEIRA, J. E. et al. Grasp + ils aplicados na solução de horários. *Anais do XXIII Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)*, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN 9788579361081. Citado na página 48.
- SOUTO, M. H.; TEDESCO, P. C. d. A. R. Uma revisão sistemática da literatura sobre conhecimentos, habilidades, atitudes e competências desejáveis para auxiliar a aprendizagem de programação. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 6, n. 1, p. 1162–1171. Citado na página 23.
- SOUZA, M. J. F. *Programação de horários em escolas: uma aproximação por metaheurísticas*. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação)–Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 18.
- SOUZA, P. L. B. d.; SCARPIN, C. T. Aplicação de algoritmos genéticos e métodos evolucionários na resolução do problema de alocação de turmas: Caso ufpr. *Blucher Marine Engineering Proceedings*, v. 1, n. 1, p. 625–636, 2014. Citado na página 42.
- TEOH, C. K.; ABDULLAH, M. Y. C.; HARON, H. Effect of pre-processors on solution quality of university course timetabling problem. In: *2015 IEEE Student Conference on Research and Development (SCoReD)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 472–477. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- TORRES-OVALLE, C. et al. University course scheduling and classroom assignment. *Ing. Univ. Bogotá*, scieloco, v. 18, p. 59 – 75, 06 2014. ISSN 0123-2126. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.
- VIANNA, D. S. et al. Heurísticas para o problema de programação de horários universitários. *Anais de XXIV Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)*, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.
- WENDT, J. F. M.; MÜLLER, F. M. Problema de alocação de salas no centro de tecnologia – ufsm com um modelo matemático multi-índice. *Anais do XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 790–797, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 20, 27 e 29.
- WU, H. et al. A new time-dependent algorithm for post enrolment-based course timetabling problem. In: *2016 Eighth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 425–431. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- YOUSEF, A. H. et al. A gpu based genetic algorithm solution for the timetabling problem. In: *2016 11th International Conference on Computer Engineering Systems (ICCES)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 103–109. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.

ZHANG, D. et al. A novel greedy heuristic algorithm for university course timetabling problem. In: *Proceeding of the 11th World Congress on Intelligent Control and Automation*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 5303–5308. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.

Apêndices

APÊNDICE A – Horários por Salas

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 1 e Turma 2	Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 1º Período Turma 1	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 7º Período Turma 1	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 2	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 1 e Turma 2
09:00 - 10:00 h	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 1 e Turma 2	Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 1º Período Turma 1	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 7º Período Turma 1	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 2	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 1 e Turma 2
10:00 - 11:00 h	Sistemas de Informação I - P1 Ismael 1º Período Turma 1	Sistemas de Informação I - P1 Ismael 1º Período Turma 1	Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 1º Período Turma 1	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 1	Ética e Legislação - P7 Leonardo 7º Período Turma 1
11:00 - 12:00 h	Sistemas de Informação I - P1 Ismael 1º Período Turma 1	Sistemas de Informação I - P1 Ismael 1º Período Turma 1	Lógica para Computação - P1 Patricia Medyna 1º Período Turma 1	Algoritmos e Programação I - P1 Alcilene 1º Período Turma 1	Ética e Legislação - P7 Leonardo 7º Período Turma 1
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h	Ética e Legislação - P7 Leonardo 7º Período Turma 1	Optativa 2 - P7 Pamela 7º Período Turma 1	Programação Funcional - P7 Glauber 7º Período Turma 1	Optativa 2 - P7 Pamela 7º Período Turma 1	Metodologia Científica - P1 Madila 1º Período Turma 1
15:00 - 16:00 h	Ética e Legislação - P7 Leonardo 7º Período Turma 1	Optativa 2 - P7 Pamela 7º Período Turma 1	Programação Funcional - P7 Glauber 7º Período Turma 1	Optativa 2 - P7 Pamela 7º Período Turma 1	Metodologia Científica - P1 Madila 1º Período Turma 1
16:00 - 17:00 h	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 7º Período Turma 1	Gestão Empresarial - P1 Heloína 1º Período Turma 1	Gestão Empresarial - P1 Heloína 1º Período Turma 1	Seminário de Introdução ao Curso - P1 Patricia Vieira 1º Período Turma 1	Metodologia Científica - P1 Madila 1º Período Turma 1
17:00 - 18:00 h	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação II - P7 Alcemir 7º Período Turma 1	Gestão Empresarial - P1 Heloína 1º Período Turma 1	Gestão Empresarial - P1 Heloína 1º Período Turma 1		Metodologia Científica - P1 Madila 1º Período Turma 1

Figura 14: Horário da Sala 809

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 2	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 1
09:00 - 10:00 h	Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 2	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 1
10:00 - 11:00 h	Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 2	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 1 e Turma 2	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 1	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 2
11:00 - 12:00 h	Empreendedorismo em Informática - P2 Renata 2º Período Turma 1	Circuitos Digitais - P2 Ivenilton 2º Período Turma 2	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 1 e Turma 2	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 1	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 2
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h	Matemática Discreta - P2 Sem Professor 2º Período Turma 1	Programação Lógica - P2 Patricia Vieira 2º Período Turma 1	Sistemas de Informação II - P2 Pamela 2º Período Turma 1	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 2	
15:00 - 16:00 h	Matemática Discreta - P2 Sem Professor 2º Período Turma 1	Programação Lógica - P2 Patricia Vieira 2º Período Turma 1	Sistemas de Informação II - P2 Pamela 2º Período Turma 1	Algoritmos e Programação II - P2 Glauber 2º Período Turma 2	
16:00 - 17:00 h	Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 2º Período Turma 1	Sistemas de Informação II - P2 Pamela 2º Período Turma 1	Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 2º Período Turma 1	Matemática Discreta - P2 Sem Professor 2º Período Turma 1	
17:00 - 18:00 h	Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 2º Período Turma 1	Sistemas de Informação II - P2 Pamela 2º Período Turma 1	Cálculo Diferencial e Integral I - P2 Odilene 2º Período Turma 1	Matemática Discreta - P2 Sem Professor 2º Período Turma 1	

Figura 15: Horário da Sala 810

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	Estatística - P3 Erik 3º Período Turma 1	Estruturas de Dados I - P3 Oseas 3º Período Turma 1 e Turma 2	Estatística - P3 Erik 3º Período Turma 1	Estruturas de Dados I - P3 Oseas 3º Período Turma 2	Engenharia de Software I - P3 Leonardo 3º Período Turma 1
09:00 - 10:00 h	Estatística - P3 Erik 3º Período Turma 1	Estruturas de Dados I - P3 Oseas 3º Período Turma 1 e Turma 2	Estatística - P3 Erik 3º Período Turma 1	Estruturas de Dados I - P3 Oseas 3º Período Turma 2	Engenharia de Software I - P3 Leonardo 3º Período Turma 1
10:00 - 11:00 h	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 2	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 2	Banco de Dados I - P3 Dennis 3º Período Turma 1	Estruturas de Dados I - P3 Oseas 3º Período Turma 1	
11:00 - 12:00 h	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 2	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 2	Banco de Dados I - P3 Dennis 3º Período Turma 1	Estruturas de Dados I - P3 Oseas 3º Período Turma 1	
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 1	Sistemas Operacionais - P3 Deborah 3º Período Turma 1	Sistemas Operacionais - P3 Deborah 3º Período Turma 1	Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 3º Período Turma 1	
15:00 - 16:00 h	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 1	Sistemas Operacionais - P3 Deborah 3º Período Turma 1	Sistemas Operacionais - P3 Deborah 3º Período Turma 1	Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 3º Período Turma 1	
16:00 - 17:00 h	Engenharia de Software I - P3 Leonardo 3º Período Turma 1	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 1	Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 3º Período Turma 1	Banco de Dados I - P3 Dennis 3º Período Turma 1	
17:00 - 18:00 h	Engenharia de Software I - P3 Leonardo 3º Período Turma 1	Programação Orientada a Objetos I - P3 Alcemir 3º Período Turma 1	Arquitetura e Organização de Computadores - P3 Ivenilton 3º Período Turma 1	Banco de Dados I - P3 Dennis 3º Período Turma 1	

Figura 16: Horário da Sala 811

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
06:00 - 07:00 h					
07:00 - 08:00 h					
08:00 - 09:00 h	Engenharia de Software II - P4 Alcemir 4º Período Turma 1	Banco de Dados II - P4 Dennis 4º Período Turma 1	Estrutura de Dados II - P4 Glauber 4º Período Turma 1	Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 4º Período Turma 1	Programação para Web I - P4 Imperes 4º Período Turma 1
09:00 - 10:00 h	Engenharia de Software II - P4 Alcemir 4º Período Turma 1	Banco de Dados II - P4 Dennis 4º Período Turma 1	Estrutura de Dados II - P4 Glauber 4º Período Turma 1	Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 4º Período Turma 1	Programação para Web I - P4 Imperes 4º Período Turma 1
10:00 - 11:00 h		Interação Humano Computador - P4 Pamela 4º Período Turma 1	Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 4º Período Turma 1		
11:00 - 12:00 h		Interação Humano Computador - P4 Pamela 4º Período Turma 1	Programação Orientada a Objetos II - P4 Deborah 4º Período Turma 1		
12:00 - 13:00 h					
13:00 - 14:00 h					
14:00 - 15:00 h			Engenharia de Software II - P4 Alcemir 4º Período Turma 1	Programação para Web I - P4 Imperes 4º Período Turma 1	Estrutura de Dados II - P4 Glauber 4º Período Turma 1
15:00 - 16:00 h			Engenharia de Software II - P4 Alcemir 4º Período Turma 1	Programação para Web I - P4 Imperes 4º Período Turma 1	Estrutura de Dados II - P4 Glauber 4º Período Turma 1
16:00 - 17:00 h	Redes de Computadores I - P4 Fredison 4º Período Turma 1	Redes de Computadores I - P4 Fredison 4º Período Turma 1	Banco de Dados II - P4 Dennis 4º Período Turma 1	Interação Humano Computador - P4 Pamela 4º Período Turma 1	
17:00 - 18:00 h	Redes de Computadores I - P4 Fredison 4º Período Turma 1	Redes de Computadores I - P4 Fredison 4º Período Turma 1	Banco de Dados II - P4 Dennis 4º Período Turma 1	Interação Humano Computador - P4 Pamela 4º Período Turma 1	

Figura 17: Horário da Sala 812

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado
06:00 - 07:00 h						
07:00 - 08:00 h						
08:00 - 09:00 h	Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 5º Período Turma 1	Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 5º Período Turma 1	Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 5º Período Turma 1			
09:00 - 10:00 h	Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 5º Período Turma 1	Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 5º Período Turma 1	Auditoria e Segurança de Sistemas de Informação - P5 Ismael 5º Período Turma 1			
10:00 - 11:00 h	Redes de Computadores II - P5 Fredison 5º Período Turma 1	Redes de Computadores II - P5 Fredison 5º Período Turma 1	Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 5º Período Turma 1	Programação para Web II - P5 Imperes 5º Período Turma 1	Programação para Web II - P5 Imperes 5º Período Turma 1	Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patricia Vieira 7º Período Turma 2
11:00 - 12:00 h	Redes de Computadores II - P5 Fredison 5º Período Turma 1	Redes de Computadores II - P5 Fredison 5º Período Turma 1	Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 5º Período Turma 1	Programação para Web II - P5 Imperes 5º Período Turma 1	Programação para Web II - P5 Imperes 5º Período Turma 1	Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patricia Vieira 7º Período Turma 2
12:00 - 13:00 h						
13:00 - 14:00 h						
14:00 - 15:00 h		Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 5º Período Turma 1	Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 5º Período Turma 1	Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 5º Período Turma 1		
15:00 - 16:00 h		Análise e Projeto de Sistemas - P5 Alcemir 5º Período Turma 1	Projeto e Análise de Algoritmos - P5 Patricia Medyna 5º Período Turma 1	Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 5º Período Turma 1		
16:00 - 17:00 h	Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 5º Período Turma 1	Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 5º Período Turma 1	Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 5º Período Turma 1			
17:00 - 18:00 h	Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 5º Período Turma 1	Contabilidade Geral - P5 Sem Professor 5º Período Turma 1	Matemática Financeira e Análise de Investimento - P5 Maria 5º Período Turma 1			
18:00 - 19:00 h	Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patricia Vieira 7º Período Turma 2			Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airton, Imperes, Ismael, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 7º Período Turma 1		Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airton, Imperes, Ismael, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 7º Período Turma 1
19:00 - 20:00 h	Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Patricia Vieira 7º Período Turma 2			Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airton, Imperes, Ismael, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 7º Período Turma 1		Trabalho de Conclusão de Curso II - P7 Deborah, Airton, Imperes, Ismael, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 7º Período Turma 1

Figura 18: Horário da Sala 815

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado
06:00 - 07:00 h	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
07:00 - 08:00 h	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
08:00 - 09:00 h	Trabalho de Conclusão de Curso I - P6 Sem Professor 6º Período Turma 1	Optativa 1 - P6 Airtton 6º Período Turma 1	Gerência de Projetos - P6 Pamela 6º Período Turma 1	Gerência de Projetos - P6 Pamela 6º Período Turma 1		Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 8º Período Turma 1
09:00 - 10:00 h	Trabalho de Conclusão de Curso I - P6 Sem Professor 6º Período Turma 1	Optativa 1 - P6 Airtton 6º Período Turma 1	Gerência de Projetos - P6 Pamela 6º Período Turma 1	Gerência de Projetos - P6 Pamela 6º Período Turma 1		Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 8º Período Turma 1
10:00 - 11:00 h	Optativa 1 - P6 Airtton 6º Período Turma 1	Sistemas Distribuidos - P6 Airtton 6º Período Turma 1	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 6º Período Turma 1	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 6º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
11:00 - 12:00 h	Optativa 1 - P6 Airtton 6º Período Turma 1	Sistemas Distribuidos - P6 Airtton 6º Período Turma 1	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 6º Período Turma 1	Projeto e Desenvolvimento de Sistemas de Informação I - P6 Pamela 6º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
12:00 - 13:00 h						
13:00 - 14:00 h						
14:00 - 15:00 h	Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 6º Período Turma 1	Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 6º Período Turma 1	Sistemas Distribuidos - P6 Airtton 6º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
15:00 - 16:00 h	Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 6º Período Turma 1	Gerência de Redes de Computadores - P6 Fredison 6º Período Turma 1	Sistemas Distribuidos - P6 Airtton 6º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
16:00 - 17:00 h		Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 6º Período Turma 1	Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 6º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
17:00 - 18:00 h		Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 6º Período Turma 1	Sistemas Inteligentes - P6 Deborah 6º Período Turma 1		Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1	Estágio Supervisionado ou Curricular - P8 Dennis, Imperes, Leonardo 8º Período Turma 1
18:00 - 19:00 h		Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 8º Período Turma 1				
19:00 - 20:00 h		Trabalho de Conclusão de Curso III - P8 Deborah, Dennis, Airtton, Imperes, Leonardo, Patricia Vieira, Patricia Medyna, Oseas, Alcilene 8º Período Turma 1				

Figura 19: Horário da Sala 816

APÊNDICE B – Roteiro de Teste

Roteiro de Tarefa de Teste

1. Configurar o Idioma do FET
2. Criar um Novo Arquivo
3. Salvar um Arquivo
4. Abrir um Arquivo
5. Cadastrar Dias da Semana
6. Cadastrar Horários de Aula
7. Cadastrar Disciplinas
8. Cadastrar Professores
9. Cadastrar os Períodos de um Curso e Dividir em Turmas
10. Cadastrar Salas
11. Cadastrar Atividades
12. Cadastrar Restrições de Horários para Atividades
13. Cadastrar Restrições de Espaços para Disciplinas
14. Gerar a Grade Horária
15. Visualizar a Grade Horária
16. Bloquear e Desbloquear a Grade Horária
17. Imprimir a Grade Horária



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
 Monografia
() Artigo

Eu, **Daniela Costa de Sena**, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação **Alocação de Horários e Salas em Cursos Universitários: Uma Revisão Sistemática da Literatura e Um Estudo de Caso** de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI, 08 de agosto de 2018.

Daniela Costa de Sena
Assinatura