



**Universidade Federal de Ouro Preto  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Departamento de Computação e Sistemas**

# **OpTables - Um Sistema Web para a Programação de Horários Educacionais**

**Verônica Nardy Paiva**

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ORIENTAÇÃO:**  
George Henrique Godim da Fonseca

**Agosto, 2021  
João Monlevade—MG**

**Verônica Nardy Paiva**

# **OpTables - Um Sistema Web para a Programação de Horários Educacionais**

Orientador: George Henrique Godim da Fonseca

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação na Disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”.

**Universidade Federal de Ouro Preto**

**João Monlevade**

**Agosto de 2021**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO E SISTEMAS

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Verônica Nardy Paiva**

**OpTables - Um Sistema Web para a  
Programação de Horários  
Educacionais**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação

Aprovada em 02 de Setembro de 2021

**Membros da banca**

Prof. Dr. George Henrique Godim da Fonseca - Orientador(a) Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. Dr. Fernando Bernardes de Oliveira - Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. Dr. Rafael Frederico Alexandre - Universidade Federal de Ouro Preto

George Henrique Godim da Fonseca, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 01/10/2021



Documento assinado eletronicamente por **George Henrique Godim da Fonseca, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/12/2021, às 08:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0257797** e o código CRC **7BC0C3EB**.

*Dedico este trabalho à minha mãe e ao meu pai, que nunca mediram esforços para me apoiar.*

# Agradecimentos

Agradeço à minha mãe, que lutou bravamente por cada um de seus filhos, obrigada por ser o maior exemplo de ser humano que eu poderia ter.

Ao meu pai, que nunca deixou de me amparar e me proporcionar força nos momentos difíceis.

À minha irmã e meu irmão, que foram verdadeiros amigos e confidentes em tantas ocasiões, obrigada por me fazer sorrir quando ninguém mais conseguiu.

À Fillipe, meu melhor amigo e companheiro de vida, obrigada por nunca deixar de acreditar em mim.

Aos meus amigos, em especial Emily e Júnior, vocês são incríveis e eu espero ter vocês para sempre na minha vida.

E à todos os professores que fizeram parte da minha trajetória, especialmente George Fonseca, que sempre demonstrou tanta excelência como ser humano e como profissional.

*“You can say the sun is shining if you really want to. I can see the moon and it seems so clear.”*

— Nick Drake (1948 – 1974),  
*in: Road - Pink Moon.*

# Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um ambiente web para programação de horários educacionais. Foi desenvolvida uma aplicação multi-idioma para promover o acesso ao público estrangeiro, podendo ser apresentada na língua inglesa ou portuguesa. Primeiro apresentamos o modelo do problema, que será utilizado dentro do contexto do Departamento de Computação e Sistemas da Universidade Federal de Ouro Preto (DECSI/UFOP). A ferramenta recebe as devidas entradas e, utilizando um algoritmo baseado em *branch-and-bound*, calcula o melhor cenário para os horários das aulas e carga horária dos professores, apresentando o resultado para o usuário. O sistema fornece uma interface web acessível, propondo uma solução que seja de fácil entendimento e necessite apenas de um conhecimento prévio básico de informática para criar uma solução viável para o problema de Programação de Horários Escolares (*Timetabling*). O sistema foi utilizado para a geração dos horários do DECSI/UFOP para 2021/1 e atingiu resultados satisfatórios.

**Palavras-chaves:** TimeTabling. Horários. Calendário de Aulas. Web. Laravel. PHP.

# Abstract

This work presents the development of a web environment for educational schedule. A multi-language application was developed to promote access to foreign audiences, which can be presented in English or Portuguese. First, we present the problem model, which will be used within the context of the Department of Computing and Systems at the Federal University of Ouro Preto (DECSI/UFOP). The tool receives the appropriate inputs and, using an algorithm based on *branch-and-bound*, calculates the best scenario for class schedules and teachers' workload, presenting the result to the user. The system provides an accessible web interface, proposing a solution that is easy to understand and only needs basic computer knowledge to create a viable solution to the problem of Schedule Scheduling (*Timetabling*). The system was used to generate DECSI/UFOP schedules for 2021/1 and achieved satisfactory results.

**Key-words:** TimeTabling. Times. Class Calendar. Web. Laravel. PHP.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Exemplificando Mínimo/Máximo de Dias Letivos. . . . .	19
Figura 2 – Exemplificando Janela Ociosa Máxima. . . . .	19
Figura 3 – Exemplificando Máximo de Aulas por Dia. . . . .	20
Figura 4 – Exemplificando Máximo de Disciplinas Diferentes. . . . .	20
Figura 5 – Limitando a quantidade de disciplinas de assuntos diferentes do Prof. Igor Souza. . . . .	21
Figura 6 – Exemplificando Horários Indisponíveis e Horários Indesejados. . . . .	21
Figura 7 – Exemplificando Padrões Indesejados. . . . .	22
Figura 8 – Exemplificando Janela Ociosa Máxima. . . . .	22
Figura 9 – Exemplificando Carga Horária Diária. . . . .	23
Figura 10 – Exemplificando Horários Indisponíveis. . . . .	23
Figura 11 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4. . . . .	24
Figura 12 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4. . . . .	24
Figura 13 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4. . . . .	24
Figura 14 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4. . . . .	25
Figura 15 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4. . . . .	25
Figura 16 – Exemplo da importação de professores no <i>ascTimetables</i> . . . . .	29
Figura 17 – Visualização dos horários inadequados ou condicionais. . . . .	30
Figura 18 – Horário completo. . . . .	31
Figura 19 – Diagrama de casos de uso . . . . .	37
Figura 20 – Modelo relacional . . . . .	38
Figura 21 – Tela inicial do <i>OpTables</i> . . . . .	40
Figura 22 – <i>Screenshot</i> da capa do Manual do Usuário. . . . .	41
Figura 23 – Criar usuário do <i>OpTables</i> . . . . .	41
Figura 24 – Criar a sua primeira instância do <i>OpTables</i> . . . . .	42
Figura 25 – Instâncias do <i>OpTables</i> . . . . .	42
Figura 26 – <i>Modal</i> criar nova instância do <i>OpTables</i> . . . . .	43
Figura 27 – <i>Menu</i> do <i>OpTables</i> . . . . .	44
Figura 28 – Horários do <i>OpTables</i> . . . . .	45
Figura 29 – Turmas do <i>OpTables</i> . . . . .	46

Figura 30 – Incluir turma do <i>OpTables</i> . . . . .	47
Figura 31 – Editar turma do <i>OpTables</i> . . . . .	47
Figura 32 – Copiar turma do <i>OpTables</i> . . . . .	48
Figura 33 – São acionadas mensagens de erro caso o usuário tenta enviar o formulário de forma indevida. . . . .	48
Figura 34 – <i>Modal</i> Importação de turmas. . . . .	49
Figura 35 – <i>Modal</i> Relatório da Importação de turmas. . . . .	50
Figura 36 – Todas as turmas de Sistemas de Informação logo após a importação. . . . .	50
Figura 37 – Professores do <i>OpTables</i> . . . . .	51
Figura 38 – Adicionar um professor do <i>OpTables</i> . . . . .	52
Figura 39 – Horários indesejados, que são referenciados como horários amarelos na tela principal dos professores. . . . .	52
Figura 40 – Padrões Indesejados, note que é um <i>multiselect</i> . . . . .	53
Figura 41 – <i>Modal</i> Importação de professores do <i>OpTables</i> . . . . .	54
Figura 42 – <i>Modal</i> Relatório da Importação de professores do <i>OpTables</i> . . . . .	54
Figura 43 – Disciplinas do <i>OpTables</i> . . . . .	55
Figura 44 – Representação de uma edição de disciplina, nesse caso estamos Editando Programação de Computadores I da turma Engenharia de Computação 1. . . . .	56
Figura 45 – Fixar Horários do <i>OpTables</i> . . . . .	56
Figura 46 – Relacionamentos entre disciplinas do <i>OpTables</i> . . . . .	57
Figura 47 – <i>Modal</i> Importação de disciplinas. . . . .	58
Figura 48 – <i>Modal</i> Relatório da Importação de disciplinas do <i>OpTables</i> . . . . .	59
Figura 49 – As disciplinas importadas. . . . .	59
Figura 50 – Soluções do <i>OpTables</i> . . . . .	60
Figura 51 – <i>Modal</i> para definir o tempo de execução. . . . .	61
Figura 52 – Solução em andamento. . . . .	61
Figura 53 – Solução para Engenharia de Computação 1. . . . .	62
Figura 54 – Solução para Sistemas de Informação 6. . . . .	63
Figura 55 – Solução para o Professor 1. . . . .	64
Figura 56 – Defeitos da Solução. . . . .	65
Figura 57 – Solução exportada para PDF. . . . .	65
Figura 58 – Solução exportada para planilha. . . . .	66
Figura 59 – Configurações de uma instância. . . . .	67

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Relacionamentos entre disciplinas . . . . .	26
Tabela 2 – Relações entre horários e disciplinas DECSI . . . . .	28
Tabela 3 – Comparativo com os sistemas relacionados . . . . .	33
Tabela 4 – Requisitos não-funcionais . . . . .	37
Tabela 5 – Relacionamentos entre as tabelas do diagrama Entidade-Relacionamento	39
Tabela 6 – Requisitos funcionais dos usuários . . . . .	72
Tabela 7 – Requisitos funcionais das instâncias . . . . .	72
Tabela 8 – Requisitos funcionais dos horários . . . . .	73
Tabela 9 – Requisitos funcionais dos professores . . . . .	73
Tabela 10 – Requisitos funcionais das turmas . . . . .	74
Tabela 11 – Requisitos funcionais das disciplinas . . . . .	74
Tabela 12 – Requisitos funcionais das configurações . . . . .	75
Tabela 13 – Requisitos funcionais das soluções e exportação . . . . .	75

# Lista de abreviaturas e siglas

UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
DECSI	Departamento de Computação e Sistemas
PDF	<i>Portable Document Format</i>
ICEA	Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	Objetivos	16
1.2	Organização do trabalho	16
<b>2</b>	<b>PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO DE HORÁRIOS EDUCACIONAIS</b>	<b>17</b>
2.1	Conjuntos e parâmetros	17
2.2	Restrições	18
2.3	Solução	26
2.4	Estudo de caso: Horários do DECSI	26
2.5	Trabalhos relacionados	27
2.5.1	<i>ascTimetables</i>	28
2.5.2	<i>UniTime</i>	31
2.5.3	FET	32
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>34</b>
3.1	Visão geral do sistema	34
3.2	Ferramentas e tecnologias utilizadas	34
3.2.1	Linguagens	35
3.2.2	<i>Laravel</i>	35
3.2.3	<i>Bootstrap</i>	35
3.2.4	<i>GitHub</i>	35
3.2.5	<i>MySQL</i>	35
3.3	Especificações do sistema	36
3.3.1	Requisitos funcionais	36
3.3.2	Requisitos não-funcionais	36
3.3.3	Diagrama de casos de uso	36
3.4	Modelo relacional	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>40</b>
4.1	<i>Login</i>	40
4.2	Instâncias	42
4.3	<i>Menu</i>	43
4.4	Horários	44
4.5	Turmas	45
4.6	Professores	51

4.7	Disciplinas . . . . .	54
4.8	Soluções . . . . .	59
4.9	Relatório . . . . .	64
4.10	Configurações . . . . .	66
5	CONCLUSÃO . . . . .	68
	REFERÊNCIAS . . . . .	70
	APÊNDICES . . . . .	71
	APÊNDICE A – REQUISITOS FUNCIONAIS . . . . .	72
A.1	Usuários . . . . .	72
A.2	Instâncias . . . . .	72
A.3	Horários . . . . .	73
A.4	Professores . . . . .	73
A.5	Turmas . . . . .	74
A.6	Disciplinas . . . . .	74
A.7	Configurações . . . . .	75
A.8	Soluções e Exportação . . . . .	75
	APÊNDICE B – CASOS DE USO . . . . .	76
B.1	Caso de uso: Controlar Instâncias . . . . .	76
B.2	Caso de uso: Controlar Horários . . . . .	78
B.3	Caso de uso: Controlar Professores . . . . .	79
B.4	Caso de Uso: Controlar Turmas . . . . .	82
B.5	Caso de Uso: Controlar Disciplinas . . . . .	85
B.6	Casos de Uso: Definir Configurações . . . . .	88
B.7	Casos de Uso: Gerar Relatórios . . . . .	89

# 1 Introdução

De acordo com [Schaerf \(1999\)](#), o problema de Horários Escolares (*Timetabling*) consiste em programar uma sequência de aulas entre professores e alunos em um período prefixado (normalmente uma semana), satisfazendo um conjunto de restrições de vários tipos. Segundo Schaerf, geralmente o problema de *timetabling* é classificado em três principais classes:

- ***School timetabling***: A programação semanal para todas as aulas de uma escola, evitando que professores encontrem duas turmas ao mesmo tempo e vice-versa;
- ***Course timetabling***: A programação semanal de todas as aulas de um conjunto de cursos universitários, minimizando as sobreposições de aulas de cursos com estudantes em comum;
- ***Examination timetabling***: O agendamento de exames de um conjunto de cursos universitários, evitando sobreposição de exames de cursos com alunos em comum e espalhando os exames para os alunos tanto quanto possível.

A construção de um horário que satisfaça todas as necessidades de uma instituição e que atenda as preferências e necessidades dos professores é uma tarefa extremamente desafiadora, muitas vezes deixada para a administração dessa instituição montar esse horário sem nenhum suporte tecnológico. Essa carência, entretanto, tem sido notada pela academia, sendo desenvolvidos trabalhos eficientes que apresentam modelos que lidam com uma grande quantidade de restrições e ainda retornam um horário eficaz, como em [Daskalaki e Housos \(2004\)](#), que utilizam métodos metaheurísticos para resolver o problema de *Course timetabling* e [Babaei, Karimpour e Hadidi \(2015\)](#), que propõem a utilização de Programação Inteira para solucionar o problema.

Em [Fonseca e Mafia \(2020\)](#), foi desenvolvido um algoritmo baseado em *backtracking* e em força-bruta para gerar soluções iniciais. Após isso, foi utilizada uma estrutura de multivizinhança aliada à metaheurística *Multi-Start* para refinar as soluções iniciais. Posteriormente, os autores desenvolveram uma formulação de programação inteira para o problema. Os resultados obtidos desse trabalho foram satisfatórios e o sistema foi adotado pelo Departamento de Computação e Sistemas (DECSI) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), porém, por não disponibilizar uma interface gráfica amigável, apenas um usuário com um conhecimento prévio consegue manipular as entradas e entender o resultado gerado.

Por isso, tornou-se necessária a implementação de um sistema *web* onde qualquer usuário pode definir as restrições, cadastrar horários, turmas e professores, havendo um controle desses dados e possibilidades de gerar quantos cenários o usuário desejar. A aplicação terá um controle de usuário, onde basta realizar um cadastro para qualquer pessoa ter acesso ao aplicativo, possuindo uma interface amigável e contendo um manual de instruções, disponibilizado na página inicial da interface. Além de disponibilizar meios de exportar o resultado gerado para *Portable Document Format* ([PDF](#)) ou para planilha.

## 1.1 Objetivos

O presente trabalho consiste em fornecer uma aplicação *web* onde qualquer usuário, com um mínimo conhecimento prévio sobre os horários escolares, possa expressar o problema e obter soluções para o mesmo. Espera-se que esse ambiente possa ser utilizado dentro do contexto da [UFOP](#). Esse ambiente foi implementado e integrado com o trabalho prévio de [Fonseca e Mafia \(2020\)](#).

Este trabalho possui aos seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um ambiente amigável, simples e fácil de ser utilizado;
- Permitir que usuários cadastrem, consultem e editem horários, professores e turmas;
- Fornecer ferramentas que facilitem o entendimento e o cadastro das Entidades necessárias;
- Permitir que usuários tenham o máximo de autonomia possível para definir suas restrições;
- Permitir que usuários gerem horários, visualizem um relatório contendo as restrições que foram violadas (se ocorrerem tais violações) e exportem seus resultados.

## 1.2 Organização do trabalho

O trabalho está organizado em seis capítulos. O Capítulo [2](#) apresenta as entradas e definições necessárias para a resolução do problema, assim como um estudo de caso. O Capítulo [3](#) descreve a metodologia, as tecnologias utilizadas, seus requisitos e uma visão geral do sistema. O Capítulo [4](#) apresenta os resultados, assim como as telas implementadas. Por fim, o Capítulo [5](#) é composto pelas considerações finais.



## 2 Problema de Programação de Horários Educacionais

Este capítulo apresenta todo o contexto necessário para a compreensão do problema abordado pelo sistema proposto e descreve as entradas e restrições necessárias para a geração de uma solução. Em seguida, trabalhos relacionados são apresentados na Sessão [2.5](#).

### 2.1 Conjuntos e parâmetros

Os dados de entrada são separados por quatro principais entidades:

- **Horários:** Dias e horários das aulas, seus parâmetros são:
  - **Dia da Semana:** Nome extenso do dia letivo;
  - **Horário de Início:** Início da aula;
  - **Horário de Fim:** Fim da aula;
  - **Número do Dia da Semana:** Número do dia letivo. Por exemplo: se segunda-feira foi o primeiro dia cadastrado pelo usuário, Número do Dia da Semana será 1;
  - **Número do Horário:** Número do horário cadastrado. Por exemplo: se o horário de Horário de Início: 13:30h e Horário de Fim: 15:10h foi primeiro a cadastrado pelo usuário, Número do Dia da Semana será 1.
- **Professores:** Todos os professores do departamento, instituto ou da universidade, seus parâmetros são:
  - **Nome:** Identificador único do professor;
  - **Sigla:** Forma reduzida do nome para melhor visualização. Por exemplo: a sigla do Professor George Henrique Godim da Fonseca seria: GHGF.
  - **Prioridade:** Define a prioridade das restrições (apresentadas na Sessão [2.2](#)) do professor com relação aos colegas. Caso se queria priorizar o atendimento de um professor sênior, podemos definir sua prioridade como Muito Alta. Caso se queria reduzir a importância das preferências de um professor, por exemplo um novato, podemos definir sua prioridade como Muito Baixa. O não atendimento de uma restrição de um professor de prioridade Muito Alta equivale

ao não atendimento de três restrições de professores de prioridade Muito Baixa. Usualmente, para evitar desconfortos, é comum definir a prioridade como Média para todos os professores.

- **Turmas:** Todas as turmas do departamento, instituto ou da universidade, seus parâmetros são:
  - **Nome:** Identificador único da turma;
  - **Sigla:** Forma reduzida do nome para melhor visualização. Por exemplo: a Sigla da turma Engenharia de Computação 1 seria: EC1.
- **Disciplinas** Todas as disciplinas ministradas no departamento, instituto ou na universidade, seus parâmetros são:
  - **Assunto:** Identificador da disciplina;
  - **Turma:** A turma que essa disciplina fará parte;
  - **Sigla:** Forma reduzida do nome para melhor visualização. Por exemplo: a Sigla da disciplina Programação de Computadores I seria: PCI;
  - **Professores por Evento:** Quantos professores vão lecionar simultaneamente essa disciplina;
  - **Professores Compatíveis:** Quais são os professores que podem lecionar essa disciplina. Os professores podem ter uma compatibilidade Total, Parcial ou Baixa com essa disciplina, sendo priorizados os professores com as compatibilidades mais altas no momento de definir um professor para lecionar este Assunto. Essa compatibilidade depende das qualificações e preferências do professor.
- **Configurações:** Como lidamos com a possibilidade deste trabalho atender mais de uma instituição, é necessário verificar a importância de cada restrição para cada instituição. Essa entidade tem como função conter as informações de todos os pesos das restrições apresentadas na Sessão 2.2, apresentada a seguir.

## 2.2 Restrições

Além dos parâmetros de cada entidade, é necessário definir as restrições, já que turmas, disciplinas e professores podem conter diferentes necessidades. Cada restrição pode ter uma prioridade alta ou baixa, dependendo do contexto da instituição. São as restrições que vão definir as preferências de um professor, por exemplo.

- **Restrições Professores:**

- **Máximo de Aulas** Número máximo de aulas que podem ser alocadas ao professor;
- **Mínimo/Máximo de Dias Letivos:** Define o mínimo/máximo de dias com aulas para o professor.

Neste exemplo da [Figura 1](#) o Prof. Igor Souza tem 4 dias com aulas: Segunda, Terça, Quinta e Sexta. Caso Máximo de Dias Letivos seja definido com 3, o software tentaria alocar o professor com um dia de aula a menos. De forma análoga, se o Mínimo de Dias Letivos fosse definido como 5 o programa tentaria ocupar todos os 5 dias com aulas.

Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Quim 1B	Bio 1B			
09:00 - 10:00				Quim 1A	Fis 1A
10:00 - 11:00		Quim 1A		Biol 1A	
11:00 - 12:00	Fis 1A			Quim 1B	

Figura 1 – Exemplificando Mínimo/Máximo de Dias Letivos.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Janela Ociosa Máxima:** Uma janela ociosa é um horário sem aulas entre dois horários com aulas em um mesmo dia.

Nesse horário da [Figura 2](#) do Prof. Igor Souza temos duas janelas ociosas: uma de dois horários entre o primeiro e quarto horários na Segunda e outra de um horário entre o primeiro e o terceiro horários da Terça. Caso Janela Ociosa Máxima seja definida como 1, essa janela da Segunda não seria permitida; caso seja definida como 0, nenhuma janela seria permitida. Usualmente essa restrição é tratada com uma prioridade baixa (permitindo a violação caso necessário para atender outras restrições).

Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Quim 1B	Bio 1B		Biol 1A	
09:00 - 10:00				Quim 1A	
10:00 - 11:00		Quim 1A		Fis 1A	
11:00 - 12:00	Fis 1A			Quim 1B	

Figura 2 – Exemplificando Janela Ociosa Máxima.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Máximo de Aulas por Dia:** Define o máximo de aulas que um professor pode ter por dia.

Na [Figura 3](#) no horário do Prof. Igor Souza temos 4 aulas na Quinta e 2 aulas na Segunda e na Terça. Caso Máximo de Aulas por Dia seja definido como 3 não poderíamos ter 4 aulas na Quinta como no exemplo. Note que, ao contrário do exemplo da [Figura 2](#), não temos janelas ociosas para esse professor.

Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Quim 1B	Biol 1B		Biol 1A	
09:00 - 10:00	Fis 1A	Quim 1A		Quim 1A	
10:00 - 11:00				Fis 1A	
11:00 - 12:00				Quim 1B	

Figura 3 – Exemplificando Máximo de Aulas por Dia.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Máximo de Disciplinas Diferentes:** Define o máximo de disciplinas de assuntos diferentes que o professor prefere lecionar.

No exemplo da [Figura 4](#) o Prof. Igor Souza está lecionando aulas de três assuntos diferentes: Quim (turmas 1A e 1B), Fis (turmas 1A e 1B) e Biol (turmas 1A e 1B). Caso o Máximo de Disciplinas Diferentes seja definido como 2, o programa permitirá apenas dois assuntos diferentes, tentando trocar (ou passar) essas disciplinas de assunto adicional (Biol, por exemplo) para outro professor, levando a uma alocação como a da [Figura 5](#).

Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Quim 1B	Biol 1B			
09:00 - 10:00	Fis 1A	Biol 1A		Quim 1A	
10:00 - 11:00		Quim 1A		Fis 1A	
11:00 - 12:00				Quim 1B	

Figura 4 – Exemplificando Máximo de Disciplinas Diferentes.


Fonte: Manual do Usuário.

Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Quim 1B	Fis 1B			
09:00 - 10:00	Fis 1A	Fis 1B		Quim 1A	
10:00 - 11:00		Quim 1A		Fis 1A	
11:00 - 12:00				Quim 1B	


Figura 5 – Limitando a quantidade de disciplinas de assuntos diferentes do Prof. Igor Souza.

Fonte: Manual do Usuário.,

- **Horários Indisponíveis:** Horários nos quais o professor, por algum motivo forte, não está disponível para lecionar.

Na Figura 6 marcamos os dois últimos horários da Quinta como indisponíveis devido a um tratamento médico que o professor realiza. Os horários indisponíveis estão marcados como .

- **Horários Indesejados:** Horários nos quais o professor tem uma preferência por não lecionar, seja por querer emendar a Sexta com o fim de semana, ou por encerrar as aulas mais cedo ou qualquer outro motivo.

Na Figura 6 marcamos o primeiro horário de todos os dias como indesejado pois o professor prefere começar as aulas mais tarde. Os horários indesejados estão marcados como .





Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00					
09:00 - 10:00		Fis 1B			Quim 1A
10:00 - 11:00	Fis 1A	Quim 1A			Fis 1A
11:00 - 12:00	Fis 1B	Quim 1B			Quim 1B

Figura 6 – Exemplificando Horários Indisponíveis e Horários Indesejados.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Padrões Indesejados:** É uma alocação de aulas em uma combinação de dias que não é interessante para o professor.

Um exemplo muito comum é a combinação com alocações na Segunda e na Sexta, como o da Figura 6. Outro exemplo relevante de combinação indesejada é Segunda, Quarta e Sexta, especialmente desconfortável para professores que moram em outra cidade, pois teriam que permanecer fora de casa durante toda

a semana ou fazer três viagens. Na [Figura 7](#) marcamos a combinação Segunda e Sexta como indesejável, assim o software evitaria alocar aulas nesses dois dias ao mesmo tempo, gerando um horário como o abaixo:

Prof. Igor Souza					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00					
09:00 - 10:00		Fis 1B			Quim 1A
10:00 - 11:00		Quim 1A	Fis 1A		Fis 1A
11:00 - 12:00		Quim 1B	Fis 1B		Quim 1B

Figura 7 – Exemplificando Padrões Indesejados.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Restrições das Turmas:**

- **Janela Ociosa Máxima:** Uma janela ociosa é um horário sem aulas entre dois horários com aulas num mesmo dia.

Nesse horário da [Figura 8](#) temos duas janelas ociosas: uma de um horário entre o segundo e o quarto horários da Quarta e outra de dois horários entre o primeiro e quarto horários na Sexta. Caso a Janela Ociosa Máxima seja definida como 1, essa janela da Sexta não seria permitida; caso seja definida como 0, nenhuma janela seria permitida. É comum não permitir janelas ociosas nos horários das turmas.

Turma 1A					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Mat 1A	Port 1A	Mat 1A	Fis 1A	Port 1A
09:00 - 10:00	Mat 1A	Port 1A	Mat 1A	Quim 1A	
10:00 - 11:00	Ing 1A	Quim 1A		Biol 1A	
11:00 - 12:00		Fis 1A	Ing 1A		Port 1A

Figura 8 – Exemplificando Janela Ociosa Máxima.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Carga Horária Diária:** Define o máximo de aulas que uma turma pode ter por dia.

Nesse horário da [Figura 9](#) temos 4 aulas na Terça, 3 aulas na Segunda, Quarta e Quinta e 2 aulas na Sexta. Caso o Máximo de Aulas por Dia seja definido como 3 não poderíamos ter 4 aulas na Terça como no exemplo. Note que, ao contrário do exemplo da [Figura 8](#), não temos janelas ociosas para essa turma.

Turma 1A					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Mat 1A	Port 1A	Mat 1A	Fis 1A	
09:00 - 10:00	Mat 1A	Port 1A	Mat 1A	Quim 1A	
10:00 - 11:00	Ing 1A	Quim 1A	Ing 1A	Biol 1A	Port 1A
11:00 - 12:00		Fis 1A			Port 1A

Figura 9 – Exemplificando Carga Horária Diária.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Horários Indisponíveis:** Horários indisponíveis para a turma Na [Figura 10](#) marcamos o último horário de todos os dias como indisponível. Logo, uma tabela de horários que atende a essa condição seria:

Turma 1A					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00	Mat 1A	Port 1A	Mat 1A	Fis 1A	Port 1A
09:00 - 10:00	Mat 1A	Port 1A	Mat 1A	Quim 1A	Port 1A
10:00 - 11:00	Ing 1A	Quim 1A	Ing 1A	Biol 1A	Fis 1A
11:00 - 12:00					

Figura 10 – Exemplificando Horários Indisponíveis.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Restrições Disciplinas:**

- **Número de aulas:** Número de aulas que têm que ocorrer por semana dessa disciplina para a turma selecionada.
- **Quebra das aulas:** Determina a forma como as aulas serão divididas, podendo ter aulas simples, duplas, triplas, etc.

Uma aula dupla ocorre em dois horários consecutivos, uma tripla em três horários consecutivos e assim por diante. As opções de divisão são definidas de acordo com o número de aulas da disciplina. Por exemplo, uma disciplina de 4 aulas pode ser dividida como: 1+1+1+1, 1+1+2, 1+3, 2+2 ou 4. Cada uma dessas opções é ilustrada a seguir para a disciplina de Matemática para a turma 3B:

Matemática 2B (Divisão 1+1+1+1)					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00		Mat 2B			
09:00 - 10:00	Mat 2B				Mat 2B
10:00 - 11:00		Mat 2B		Mat 2B	
11:00 - 12:00					

Figura 11 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4.

Fonte: Manual do Usuário.

Matemática 2B (Divisão 1+1+2)					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00					
09:00 - 10:00		Mat 2B		Mat 2B	
10:00 - 11:00		Mat 2B			
11:00 - 12:00					Mat 2B

Figura 12 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4.

Fonte: Manual do Usuário.

Matemática 2B (Divisão 1+3)					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00			Mat 2B		
09:00 - 10:00			Mat 2B		
10:00 - 11:00	Mat 2B		Mat 2B		
11:00 - 12:00					

Figura 13 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4.

Fonte: Manual do Usuário.



Matemática 2B (Divisão 2+2)					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00					Mat 2B
09:00 - 10:00	Mat 2B				Mat 2B
10:00 - 11:00	Mat 2B				
11:00 - 12:00					

Figura 14 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4.

Fonte: Manual do Usuário.

Matemática 2B (Divisão 4)					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 09:00			Mat 2B		
09:00 - 10:00			Mat 2B		
10:00 - 11:00			Mat 2B		
11:00 - 12:00			Mat 2B		

Figura 15 – Exemplificando as possibilidades de Quebra das aulas quando Número de aulas é 4.

Fonte: Manual do Usuário.

- **Mínimo de dias entre aulas:** Define o número mínimo de dias que deve haver de intervalo entre aulas da disciplina.

Caso seja definido como 1 as aulas não podem ocorrer no mesmo dia. A alocação do exemplo anterior com divisão 1+1+1+1 não atenderia a essa restrição. Já caso fosse definido como 2, os exemplos de alocação com divisão 1+1+1+1 e 1+1+2 não atenderiam a restrição. Essa restrição é comumente usada para que os estudantes tenham um intervalo maior para assimilar os conteúdos e/ou fazer tarefas de casa.

- **Máximo de dias entre aulas:** Define o número máximo de dias que deve haver de intervalo entre aulas da disciplina.

Nos exemplos anteriores, caso seja definido como 3, a alocação de uma aula na Segunda implica que não é permitida a alocação de aulas na Sexta. O exemplo anterior com divisão 2+2 não atenderia a essa restrição. Essa restrição é comumente usada para evitar um intervalo muito longo entre as aulas que possa prejudicar a continuidade do conteúdo lecionado.

- **Fixar Horário:** Horários que serão pré-definidos para a disciplina.

Se forem escolhidos Horários Fixados, o software alocará os horários da disciplina para os horários definidos pelo usuário. Deve-se lembrar que os horários definidos não podem ultrapassar a quantidade definida em *Duration*. Sugere-se que o usuário use essa opção com muito critério, pois limita muito as combinações de horários possíveis para as outras disciplinas.

- **Relacionamentos:** Há a possibilidade de criar relacionamentos entre disciplinas.

Essa restrição se tornou necessária avaliando o contexto do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas (ICEA) pois aulas práticas não podem ocorrer antes de aulas teóricas, assim como algumas Eletivas devem ocorrer no mesmo horário. Na Tabela 1 é possível observar as relações que podem ser criadas.

Tabela 1 – Relacionamentos entre disciplinas.

Relacionamento	Descrição
Simultânea Com	Define que as disciplinas devem ocorrer ao mesmo tempo.
Não Simultânea Com	Define que as disciplinas não podem ocorrer ao mesmo tempo. disciplinas da mesma turma possuem essa relação automaticamente.
Ocorrer antes de	Define que a disciplina deve ocorrer antes da(s) disciplina(s) selecionada(s) para o relacionamento.

## 2.3 Solução

Uma solução é gerada após todas as entradas estejam definidas e se o usuário assim desejar. Quando o usuário acionar para gerar um resultado, o algoritmo desenvolvido em [Fonseca e Mafia \(2020\)](#) calculará a melhor solução para o cenário montado. Quando uma solução é gerada, o algoritmo disponibiliza dois arquivos separados por vírgula, um contendo a solução com o horário montado e outro contendo as restrições que não foram satisfeitas. Mais tarde, no Capítulo 4, será possível visualizar como o *OpTables* lê esses documentos e disponibiliza o horário para o usuário.

## 2.4 Estudo de caso: Horários do DECSI

Para compreender melhor o problema e realizar os exemplos e testes será ilustrado o cenário do ICEA da UFOP, mais precisamente do DECSI.

A localização do ICEA é a cidade de João Monlevade, interior de Minas Gerais, Brasil. O DECSI contém 72 disciplinas, As aulas são distribuídas de segunda-feira a sexta feira, totalizando cinco dias; Algumas disciplinas tem a carga horária menor e são ministradas uma vez por semana, porém a maioria das disciplinas são divididas em dois dias da semana. Cada dia da semana é dividido em quatro horários fixos que são:

- 13:30h às 15:10h;
- 15:25h às 17:05h;
- 18:50h às 20:30h;
- 20:45h às 22:25h.

Esses horários são divididos entre diurnos e noturnos, sendo os dois primeiros diurnos e os dois últimos noturnos.

Alguns assuntos, como Programação de Computadores I, são ofertados para mais de um curso. Logo, pode-se escolher livremente dentre os professores compatíveis com esse assunto, qual irá lecionar para cada curso. Essa flexibilidade é importante para obter soluções que atendam melhor às restrições e preferências definidas. Além disso, é importante garantir que os alunos terão aulas teóricas antes de aulas práticas.

Muitos professores do [DECSI](#) não residem em João Monlevade. Nesses casos é comum a preferência por lecionar em menos dias na semana, ou, ao menos em dias contíguos, para evitar um número alto de viagens semanais ao campus [ICEA](#).

O [DECSI](#) oferta disciplinas em todos os quatro cursos do [ICEA](#), sendo estes Engenharia de Computação, Sistemas de Informação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção. Dito isso, o [DECSI](#) não é o único departamento do campus. Como as disciplinas dos outros departamentos não serão incluídas nesse estudo de caso, é necessário impedir que existam colisões entre os horários das disciplinas dos outros departamentos que serão ministradas para cada turma. Para isso, os horários que são reservados para outros departamentos devem ser definidos como indisponíveis na tabela de horários das suas respectivas turmas.

Nos quatro cursos do campus temos turmas vespertinas e noturnas. Elas se alternam ao longo do tempo. Por exemplo, se a turma Engenharia de Computação 1 é vespertina no primeiro semestre de 2021, essa turma será noturna no segundo semestre de 2021. Naturalmente, em hipótese alguma pode-se alocar aulas à noite para uma turma vespertina e vice-versa.

## 2.5 Trabalhos relacionados

Essa sessão apresenta três trabalhos correlatos que já existem comercialmente e são amplamente utilizados por inúmeras instituições para a criação de horários escolares.

Tabela 2 – Relações entre horários e disciplinas DECSI.

Turmas Período Diurno	Engenharia de Computação 1
	Engenharia de Computação 3
	Engenharia de Computação 5
	Engenharia de Computação 7
	Engenharia de Computação 9
	Engenharia de Produção 1
	Engenharia de Produção 3
	Engenharia de Produção 5
	Engenharia de Produção 7
	Engenharia de Produção 9
	Engenharia Elétrica 2
	Engenharia Elétrica 4
	Engenharia Elétrica 6
	Engenharia Elétrica 8
	Engenharia Elétrica 10
	Sistemas de Informação 2
	Sistemas de Informação 4
	Sistemas de Informação 6
	Sistemas de Informação 8
Turmas Período Noturno	Engenharia Elétrica 1
	Engenharia Elétrica 3
	Engenharia Elétrica 5
	Engenharia Elétrica 7
	Engenharia Elétrica 9
	Sistemas de Informação 1
	Sistemas de Informação 3
	Sistemas de Informação 5
	Sistemas de Informação 7
	Engenharia de Computação 2
	Engenharia de Computação 4
	Engenharia de Computação 6
	Engenharia de Computação 8
	Engenharia de Computação 10
	Engenharia de Produção 2
	Engenharia de Produção 4
	Engenharia de Produção 6
	Engenharia de Produção 8
	Engenharia de Produção 10

### 2.5.1 *ascTimetables*

Há mais de 20 anos no mercado e atendendo clientes por todo o mundo, mesmo não sendo um sistema *web*, esse aplicativo foi a maior referência para este trabalho. É um aplicativo que permite qualquer um baixar e explorar para fins de testes e um primeiro contato com o sistema, porém a exportação dos resultados gerados por ele dependem da compra de uma licença que é dividida em três versões, da mais simples até a mais completa [ASC \(2021\)](#). Por ser tão consolidado, o *ascTimetables* já possui inúmeras ferramentas funcionais, como:

- **Tutorial completo:** Por se tratar de um programa com tantas ferramentas, a sua complexidade pode ser mais elevada, visando isso, há um tutorial de fácil acesso,

interativo e completo na plataforma;

- **Importação de dados:** A importação de dados é realizada diretamente a partir da área de transferência (*clipboard*) do usuário, deixando o processo de importação muito mais rápido e trivial. Essa importação se baseia em escrever o conteúdo contido no *clipboard* do usuário automaticamente na tela referente da Figura 16, permitindo o usuário informar qual é o dado referente a cada coluna e importando inúmeros dados de uma só vez.

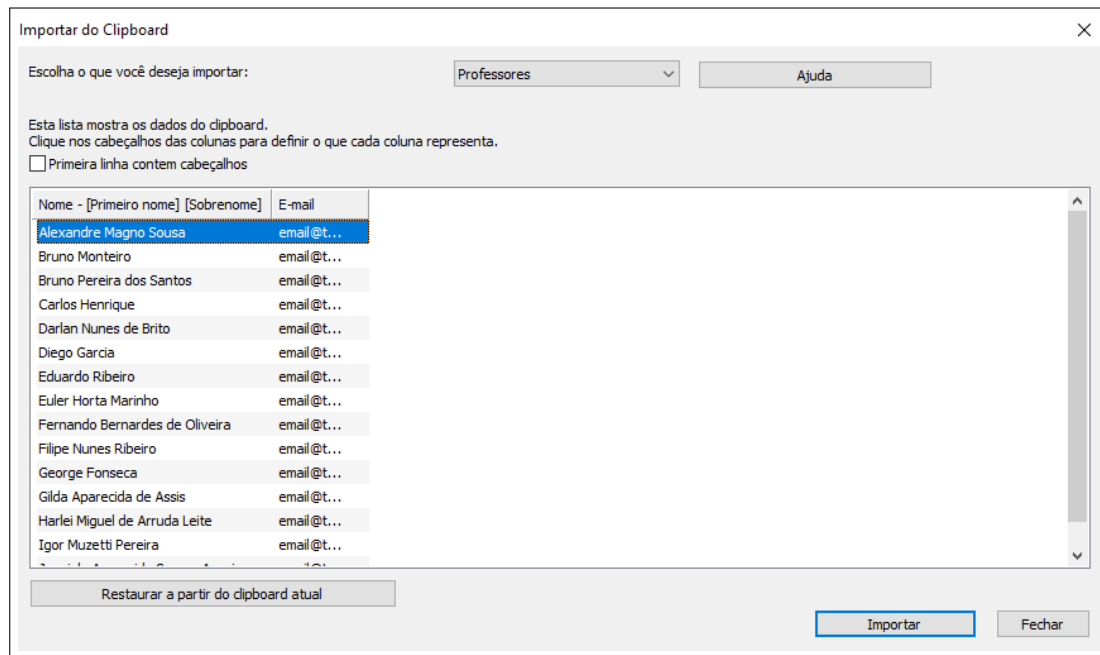


Figura 16 – Exemplo da importação de professores no *ascTimetables*.

Fonte: *ascTimetables*.

- **Tempo livre e visualização:** O aplicativo disponibiliza uma tabela com todos os dias e horas de aula cadastrados, permitindo o usuário clicar nos horários condicionais ou inadequados para a turma, disciplina ou professor, mostrando uma visualização sucinta no menu de cada entidade. Na Figura 17, mais especificamente na turma Engenharia de Computação 1, na coluna "Tempo Livre" há uma mini-tabela que representa os horários verdes como livres, vermelhos como inadequados e azul como condicional;

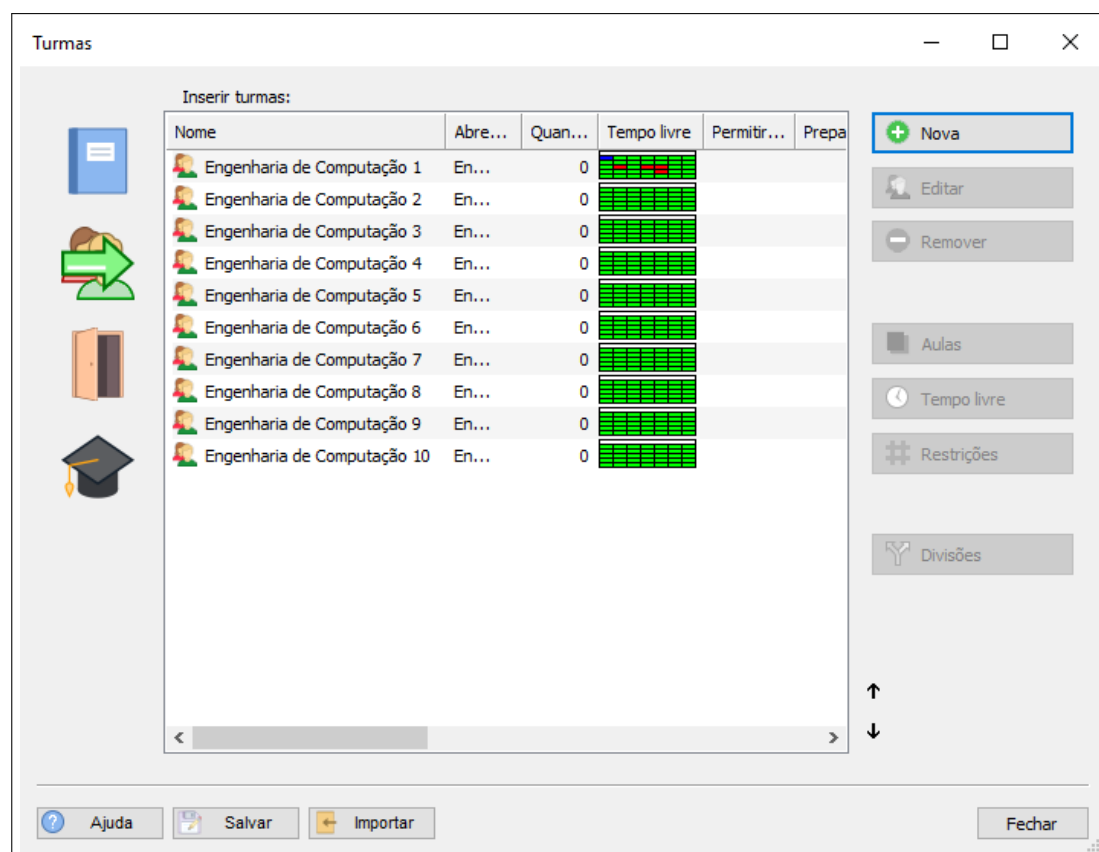


Figura 17 – Visualização dos horários inadequados ou condicionais.

Fonte: *ascTimetables*.

A Figura 18 apresenta um exemplo de horário pronto (uma demonstração) que o próprio aplicativo disponibiliza. Como pode ser observado, há uma gama de informações nessa tela: qualquer colisão ou incoerência é alertada e todas as disciplinas são separadas por cores para facilitar o reconhecimento. O usuário também consegue manualmente trocar uma disciplina de lugar se assim lhe for conveniente.

Figura 18 – Horário completo.

Fonte: *ascTimetables*.

Em comparação com o *OpTables*, podemos citar que o *ascTimetables* não possibilita o usuário escolher os pesos das restrições, além de necessitar de uma licença para o usuário conseguir exportar os seus resultados.

### 2.5.2 UniTime

Originalmente desenvolvido como um projeto colaborativo por professores, alunos e funcionários de universidades da América do Norte e da Europa, o *UniTime* é igualmente interessante na área de atuação deste trabalho, o *UniTime* permite o compartilhamento de salas entre eventos, além de também possuir a possibilidade da solução ser focada nas tabelas de horários individuais de cada aluno.. Além disso, esse aplicativo é um sistema distribuído, ou seja, é conectado por uma rede de comunicação que permite que mais de um gestor da instituição atue no mesmo cenário, permitindo que exista um trabalho coletivo no momento de construir e modificar uma programação que atenda às suas diversas necessidades organizacionais.

Este programa tem o código aberto e é distribuído gratuitamente e visa atender universidades do mundo inteiro, os desenvolvedores também são abertos a contribuições de outras pessoas, caso elas queiram contribuir em algo com o projeto. (UNITIME, 2021)

O *UniTime* conta com quatro componentes:

- **Course Timetabling and Management:** O maior objetivo do *Course Timetabling* é alocar cada curso em um horário que não conflite com o(s) demais horário(s) atribuído(s) a qualquer outro curso exigido pelos alunos em comum que os frequentam. Neste componente é possível ter acesso a uma ferramenta que sempre procura

alternativas que tenham um impacto mínimo no horário geral, apresentando outras soluções para o usuário caso alguma mudança nas necessidades ocorra.

- ***Examination Timetabling:*** O *UniTime* também lida com *Examination Timetabling*, visto o contexto de muitas universidades ao redor do planeta, em determinada situações é necessário que seja criado um cronograma completo de exames a cada período. Minimizando o número de alocações em exames conflitantes para os alunos.
- ***Event Management:*** Muitas vezes, a faculdade necessita programar eventos extra-classes. Como por exemplo: Oradores convidados, reuniões, sessões de estudo e outras atividades precisam ser agendadas para uma variedade de espaços do campus. Como estes espaços costumam ser utilizados para todo o tipo de aulas e atividades, de modo a não conflitar com outros horários, o *UniTime* cria eventos automaticamente para todas as reuniões de classe e exames no calendário de eventos para a sessão acadêmica.
- ***Student Scheduling:*** Esta é uma programação focada nos alunos a fim de combinar os conjuntos de aulas exigidos por cada aluno com os espaços de aula disponíveis, de forma que os requisitos educacionais dos alunos sejam atendidos.

Em comparação com o *OpTables*, podemos citar que o *Unitime* é focado em vários problemas, não apenas o problema que é proposto neste trabalho. Além disso, essa aplicação é exclusivamente em inglês, não havendo outras opções de idiomas.

### 2.5.3 FET

O Free Educacional Timetabling (FET) é um *software* livre, disponibilizado em diversos idiomas., são algumas características deste programa:

- O FET costuma resolver um cronograma complicado em no máximo 5-20 minutos, apenas situações muito complicadas a resolução pode demorar mais um pouco, totalizando algumas horas;
- As opções de importar e exportar também são muito acessíveis;
- Estrutura de alunos flexível, organizada em conjuntos: anos, grupos e subgrupos. O FET permite anos e grupos sobrepostos e subgrupos não sobrepostos. Temos a possibilidade de até definir alunos individuais;
- Cada restrição tem uma porcentagem de peso, de 0 a 100.
- Conta com uma grande gama de restrições, além de ser altamente personalizável caso o usuário tenha a vontade de modificá-lo a fim de transformá-lo mais compatível com a sua instituição;



- O FET conta com um manual do usuário que prova ser muito útil para a leitura antes de utilizá-lo, onde todas as restrições são explicadas de forma didática e sucinta.

Um dos pontos mais fortes do FET são as muitas possibilidades de arquivos que o mesmo é capaz de importar e exportar, facilitando para o usuário que queira criar um cenário muito grande. Além disso, o FET é rápido e eficiente. (FET, 2021)

Em comparação com o *OpTables*, podemos citar que o FET já não é focado no mesmo problema de estudo e acaba sendo genérico demais para o agendamento de horários escolares/universitários em geral. A interface também é menos amigável, talvez gerando alguma dificuldade em usuários mais leigos.

Tabela 3 – Comparativo com os sistemas relacionados.

	<i>ascTimetables</i>	<i>UniTime</i>	<b>FET</b>	<i>OpTables</i>
É um Sistema Web?	Não	Não	Não	Sim
Possui a funcionalidade de importar dados?	Sim	Sim	Sim	Sim
Possui uma documentação ou tutoriais?	Sim	Sim	Sim	Sim
É possível exportar o resultado?	Apenas para usuários com licença	Sim	Sim	Sim
É possível trancar horários individualmente antes de executar o <i>software</i> para gerar uma solução novamente?	Sim	Não	Sim	Sim
É possível escolher uma afinidade entre o professor e a matéria?	Não	Não	Não	Sim
Há tradução para o português do Brasil?	Sim	Não	Sim, porém não é completa	Sim
É necessário licença para utilizar todas as funcionalidades <i>software</i> ?	Sim	Não	Não	Não

## 3 Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia e as ferramentas, requisitos e propriedades utilizadas para a realização deste trabalho. Para alcançar todos os objetivos e gerar um resultado satisfatório, a metodologia seguiu as seguintes etapas:

- Análise bibliográfica e análise de trabalhos relacionados;
- Levantamento dos requisitos;
- Desenvolvimento do modelo de dados;
- Desenvolvimento do software.

### 3.1 Visão geral do sistema

O *OpTables* tem a finalidade de facilitar a geração de horários escolares e otimizar o preenchimento das principais entradas e restrições de cada entidade. Deve-se ter um espaço para Professores, Turmas, Horários, Disciplinas, Configurações e Soluções que seja bem definidos e simples de serem preenchidos por todos usuários.

Ferramentas que facilitem o preenchimento desses dados também devem ser dispostas ao usuário, assim como uma importação, caso o usuário já tenha em mãos uma planilha com dados que serão integrados ao *OpTables*.

Além disso, o sistema prevê a possibilidade do usuário criar mais de um problema de programação de horários (ou instância) a ser resolvido. Isso é particularmente útil para a criação de diferentes cenários para o planejamento ou de planejamentos para diferentes semestres/anos letivos. Nesse sentido, foi implementada ainda a possibilidade de criar uma cópia de uma instância.

No momento de gerar o horário, o *software* deve apresentar um quadro com todo o horário criado, além de um relatório sucinto que expõe todas as restrições que não puderam ser atendidas, assim como os seus respectivos pesos. Além disso, o usuário poderá exportar o seu resultado nos formatos .pdf e .xlsx, podendo disponibilizá-lo onde for preciso.

### 3.2 Ferramentas e tecnologias utilizadas

Essa seção caracteriza as principais linguagens de programação, ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

### 3.2.1 Linguagens

As linguagens de programação utilizadas foram:

- [HTML](#) 5;
- [CSS](#);
- [PHP](#) 7.2.33;
- *JavaScript*;
- *JQuery*.

### 3.2.2 *Laravel*

*Laravel* é um *Framework* de código aberto para [PHP](#) lançado em 2011 que desde então vem facilitando a construção de aplicativos *web* robustos, organizados e seguros ([LARAVEL, 2021](#)). O modo como comunicamos com o servidor de Banco de Dados com o *Laravel* é muito mais fácil e simples. A versão do *Laravel* utilizada neste *software* é a 7.30.4.

### 3.2.3 *Bootstrap*

Quando se fala em belos *sites*, que sejam mais simples e rápidos de serem construídos e que já tenham uma prévia responsividade é impossível não se remeter ao *framework Bootstrap*. Lançado em 2011, foi criado pelo *designer* do *Twitter* e desde então se transformou, merecidamente, em um dos *frameworks* mais populares do mundo ([BOOTSTRAP, 2021](#)). A versão utilizada nesse sistema foi a 5.1.

### 3.2.4 *GitHub*

Para controle de versionamento, foi utilizado o *GitHub*. Amplamente utilizado por desenvolvedores em todo o mundo, o *GitHub* cria repositórios com códigos fonte onde pessoas conseguem acessar, colaborar, criar chamados e tirar dúvidas ([GITHUB, 2021](#)).

### 3.2.5 *MySQL*

A conexão com o banco de dados feita pelo *Laravel* escolhida para este sistema foi com o *MySQL*. Porém, além disso, esse sistema de gerenciamento de banco de dados relacional foi utilizado para consultas no banco de dados e testes. o *MySQL* foi desenvolvido em 1995, se tornou um dos sistemas mais populares nessa área, tendo um código aberto e uma comunidade ativa. ([MYSQL, 2021](#)) Muitas vezes o *workbench* do *MySQL* foi utilizado para conferir as *migrations* realizadas pelo *Laravel* ou realizar uma validação de valores.

## 3.3 Especificações do sistema

Nessa sessão serão apresentados ao leitor os requisitos funcionais e não-funcionais, além de um Diagrama de casos de uso e a estrutura do banco de dados que foi utilizado para armazenar as informações dos usuários. Os requisitos (funcionais e não-funcionais) foram obtidos junto ao Prof. George Fonseca, devido a sua experiência em gerar horários de aula para o ICEA.

### 3.3.1 Requisitos funcionais

Em geral, os requisitos funcionais são:

- Permitir o cadastro, alteração, exclusão e consultas de horários, professores, turmas e disciplinas;
- Possibilitar que o usuário faça uma análise das entradas que o mesmo adicionou e saídas que o *OpTables* disponibiliza;
- Disponibilizar a opção do usuário criar mais de uma instância;
- Permitir a exportação dessas soluções.
- Disponibilizar configurações onde o usuário decidirá quais restrições são mais importantes para a sua insituição;
- Importar dados;
- Visualizar os horários e restrições violadas.

É possível observar os Requisitos funcionais mais detalhadamente no [Apêndice A](#).

### 3.3.2 Requisitos não-funcionais

Os requisitos não-funcionais podem ser observados na [Tabela 4](#).

### 3.3.3 Diagrama de casos de uso

A [Figura 19](#) apresenta o diagrama de Casos de Uso, que foi desenvolvido com o suporte da ferramenta Astah. Existe apenas um ator no *OpTables* e ele foi definido como Usuário, que é capaz de acessar todas as utilidades da aplicação:

- Usuário: Ator responsável por controlar onstâncias, horários, professores, turmas e disciplinas, além de definir as configurações e gerar soluções.

Tabela 4 – Requisitos não-funcionais.

Requisito	Descrição
Confiabilidade	O sistema deve mostrar resultados confiáveis e que estejam de total acordo com as entradas criadas pelo usuário.
Usabilidade	O sistema deve fácil de ser compreendido e utilizável, deve ser claro e sucinto com as suas regras.
Segurança	O sistema deve ter métodos de segurança para evitar que pessoas má intencionadas utilizem o <i>software</i> de forma indevida.
Disponibilidade	O sistema deve estar disponível para qualquer usuário acessar de qualquer lugar que tenha internet.

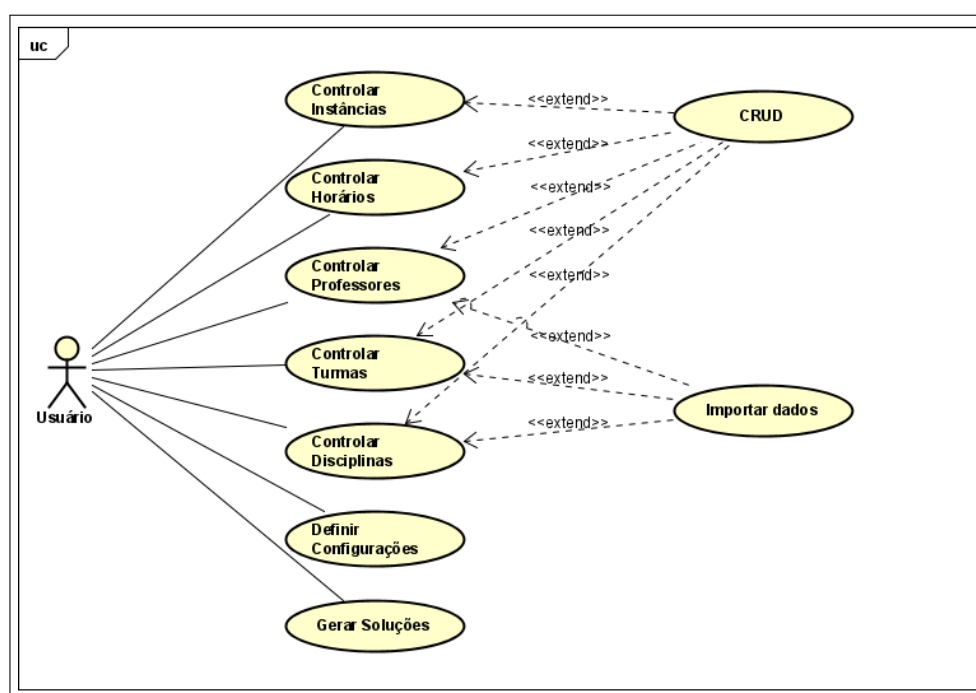
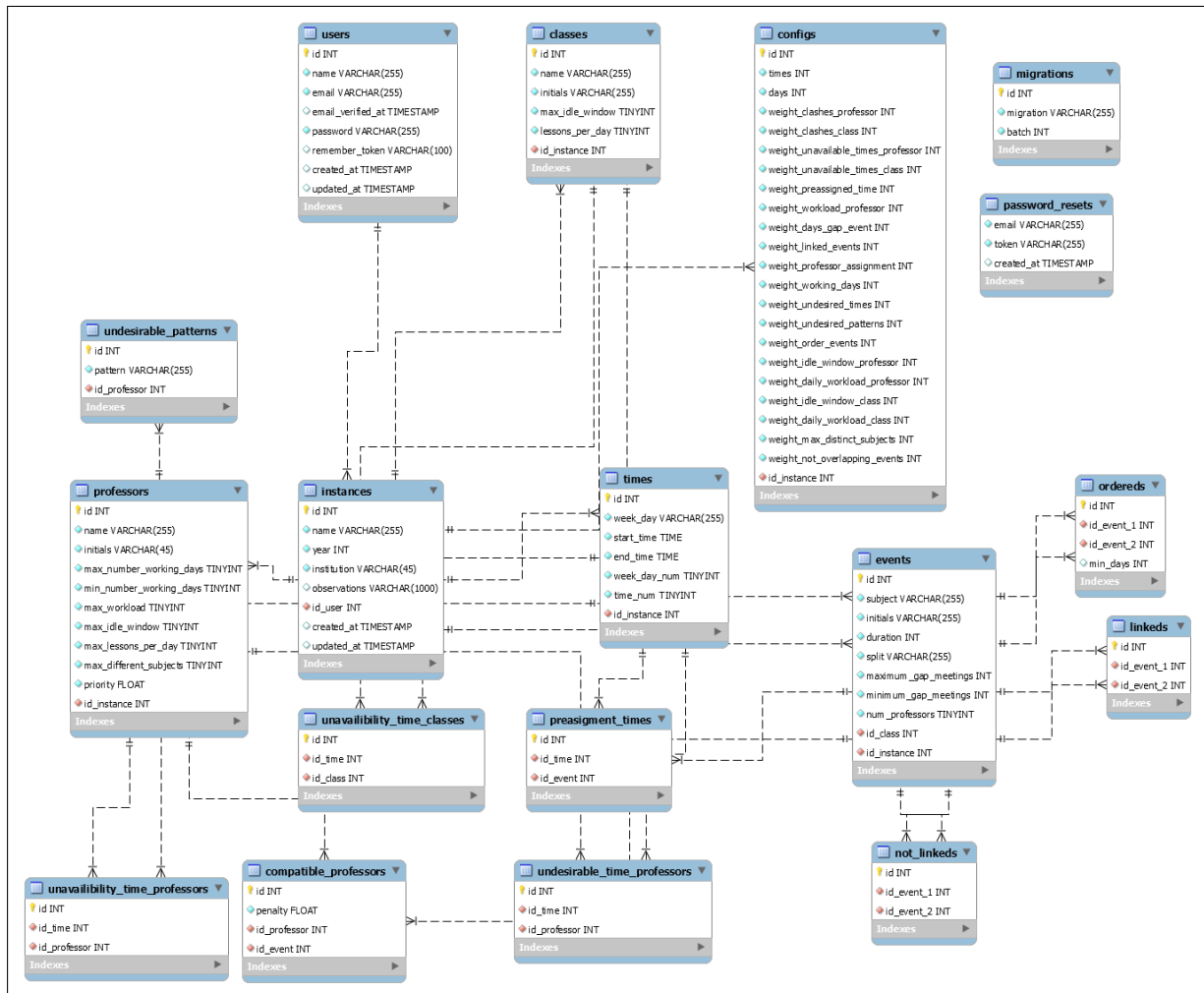


Figura 19 – Diagrama de casos de uso

No [Apêndice B](#) estão discriminadas as estórias textuais que representa cada um dos casos de uso.

### 3.4 Modelo relacional

Figura 20 – Modelo relacional



O diagrama Entidade-Relacionamento da [Figura 18](#) foi criado com o *MySQL Workbench* para a visualização do projeto e as suas complexidades. Como pode-se observar, o *OpTables* contém 18 tabelas incluindo as tabelas geradas automaticamente pelo *Laravel*, *migrations* e *passwords resets*. Todas as restrições utilizadas pelo sistema foram adicionadas nas colunas das suas respectivas Entidades ou criadas tabelas especificamente para elas, já que muitas vezes as restrições podem ser mais de uma para uma mesma Entidade. Pode-se verificar os relacionamentos entre as tabelas na [Tabela 5](#).


Tabela 5 – Relacionamentos entre as dabelas do diagrama Entidade-Relacionamento.

<b>Tabelas</b>	<b>Relacionamento</b>	<b>Tabela de associação</b>
<i>users e instances</i>	Um para muitos.	-
<i>instances e times</i>	Um para muitos.	-
<i>instances e professors</i>	Um para muitos.	-
<i>instances e classes</i>	Um para muitos.	-
<i>instances e events</i>	Um para muitos.	-
<i>instances e configs</i>	Um para um.	-
<i>users e instances</i>	Um para muitos.	-
<i>professors e undesirable patterns</i>	Um para muitos.	-
<i>professors e times</i>	Muitos para muitos.	<i>unavailability time professors</i>
<i>professors e times</i>	Muitos para muitos.	<i>undesirable time professors</i>
<i>classes e times</i>	Muitos para muitos.	<i>unavailability time classes</i>
<i>events e times</i>	Muitos para muitos.	<i>preassignment times</i>
<i>events e professors</i>	Muitos para muitos.	<i>compatible professors</i>
<i>events e classes</i>	Um para muitos.	-
<i>events e events</i>	Muitos para muitos.	<i>linked</i>
<i>events e events</i>	Muitos para muitos.	<i>not linked</i>
<i>events e events</i>	Muitos para muitos.	<i>ordered</i>

## 4 Resultados

Esse capítulo apresenta a versão atual desenvolvida do *software*. O *OpTables* foi dividido em 9 módulos: *Login*, *Instâncias*, *Menu*, *Horários*, *Turmas*, *Professores*, *Disciplinas*, *Soluções* e *Configurações*. Cada módulo desenvolvido é apresentado nas sessões a seguir.

### 4.1 *Login*

Na parte superior da tela podemos notar três coisas no canto direito: o ícone , a língua escolhida (inglês ou português) e a opção de registrar. Se o usuário clicar no ícone o *download* do Manual de Instruções do Usuário desenvolvido pelo Prof. George Fonseca será realizado (Figura 22). Se o usuário clicar em registrar, a *modal* da Figura 23 será aberta.

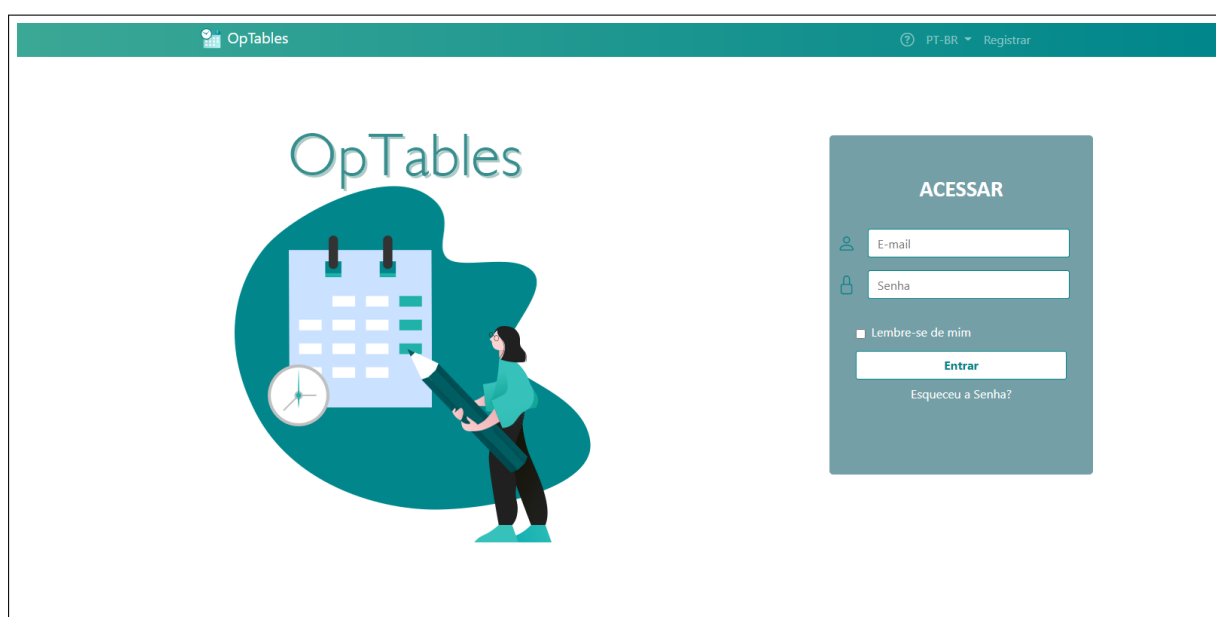
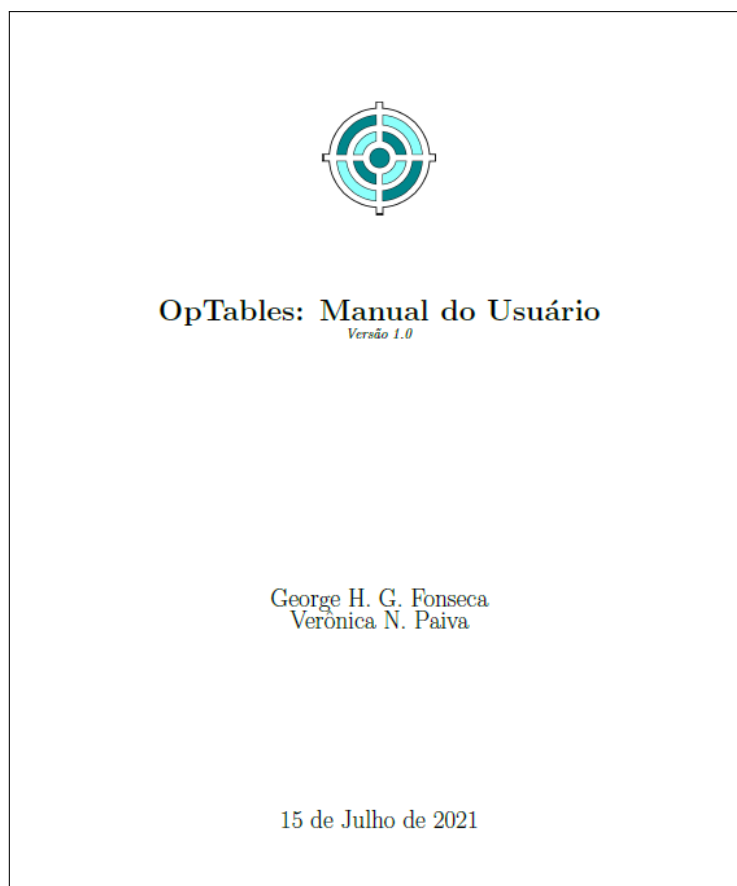
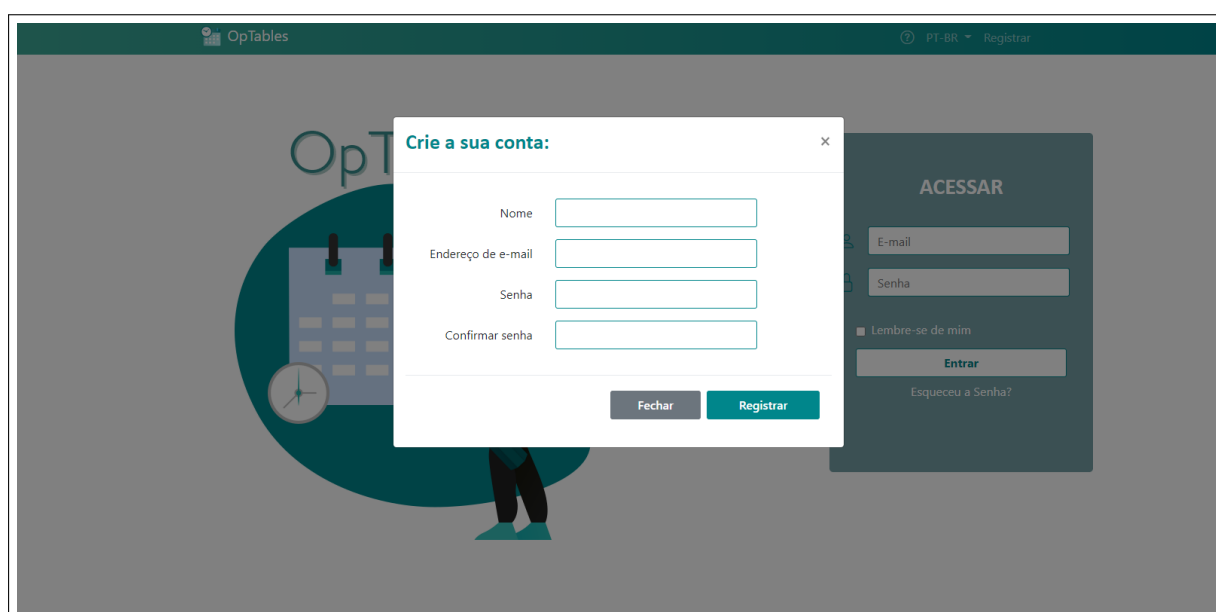


Figura 21 – Tela inicial do *OpTables*.



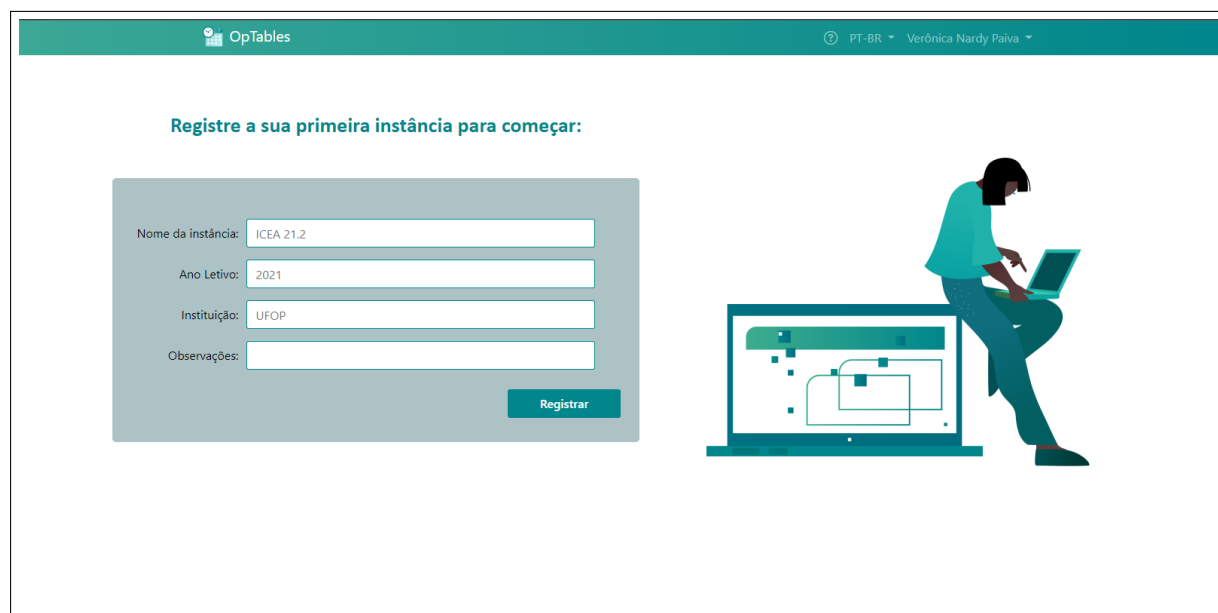
Figura 22 – *Screenshot* da capa do Manual do Usuário.

Fonte: Manual do Usuário.

Figura 23 – Criar usuário do *OpTables*.

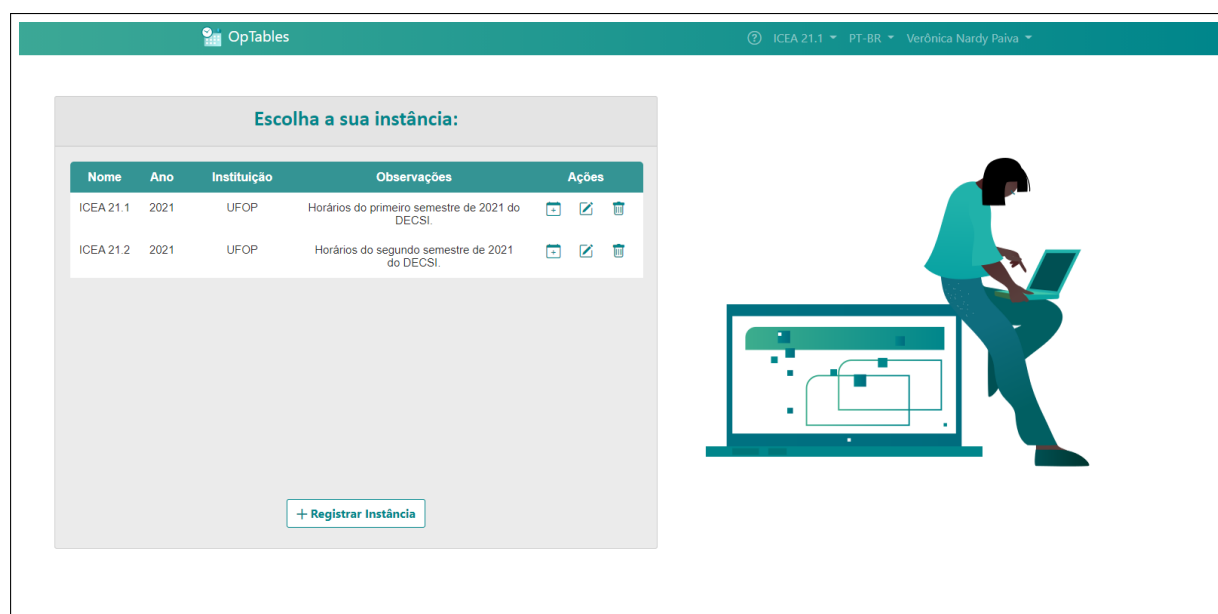
## 4.2 Instâncias

Caso o usuário faça uma nova conta ou tenha excluído todas as suas instâncias ou simplesmente ainda não tenha registrado nenhuma instância, a tela que será disponibilizada para ele será a da [Figura 24](#). Se o usuário já tiver uma ou mais instâncias, a tela se modificará um pouco e será a da [Figura 25](#).



The screenshot shows the OpTables interface for creating a new instance. The header bar is teal with the OpTables logo on the left and user information (PT-BR, Verônica Nardy Paiva) on the right. The main heading is "Registre a sua primeira instância para começar:". Below this is a form with four input fields: "Nome da instância:" (containing "ICEA 21.2"), "Ano Letivo:" (containing "2021"), "Instituição:" (containing "UFOP"), and "Observações:". A teal "Registrar" button is at the bottom right of the form. To the right of the form is an illustration of a person sitting on a large laptop screen, which displays a flowchart.

Figura 24 – Criar a sua primeira instância do *OpTables*.



The screenshot shows the OpTables interface for managing existing instances. The header bar is teal with the OpTables logo on the left and user information (ICEA 21.1, PT-BR, Verônica Nardy Paiva) on the right. The main heading is "Escolha a sua instância:". Below this is a table with five columns: "Nome", "Ano", "Instituição", "Observações", and "Ações". The table contains two rows of data. Below the table is a teal button labeled "+ Registrar Instância". To the right of the table is the same illustration of a person sitting on a large laptop screen displaying a flowchart.










Nome	Ano	Instituição	Observações	Ações
ICEA 21.1	2021	UFOP	Horários do primeiro semestre de 2021 do DECSI.	  
ICEA 21.2	2021	UFOP	Horários do segundo semestre de 2021 do DECSI.	  

Figura 25 – Instâncias do *OpTables*.

Note que a [Figura 25](#) se trata de uma tabela com as informações das instâncias que este usuário tem cadastradas e ao lado do nome de cada instância há três ícones de

ações: o ícone  é referente a copiar uma instância, o ícone  é referente a editar uma instância e o ícone  é referente a excluir uma instância. Há também, um pouco mais abaixo, um botão para registrar uma nova instância.

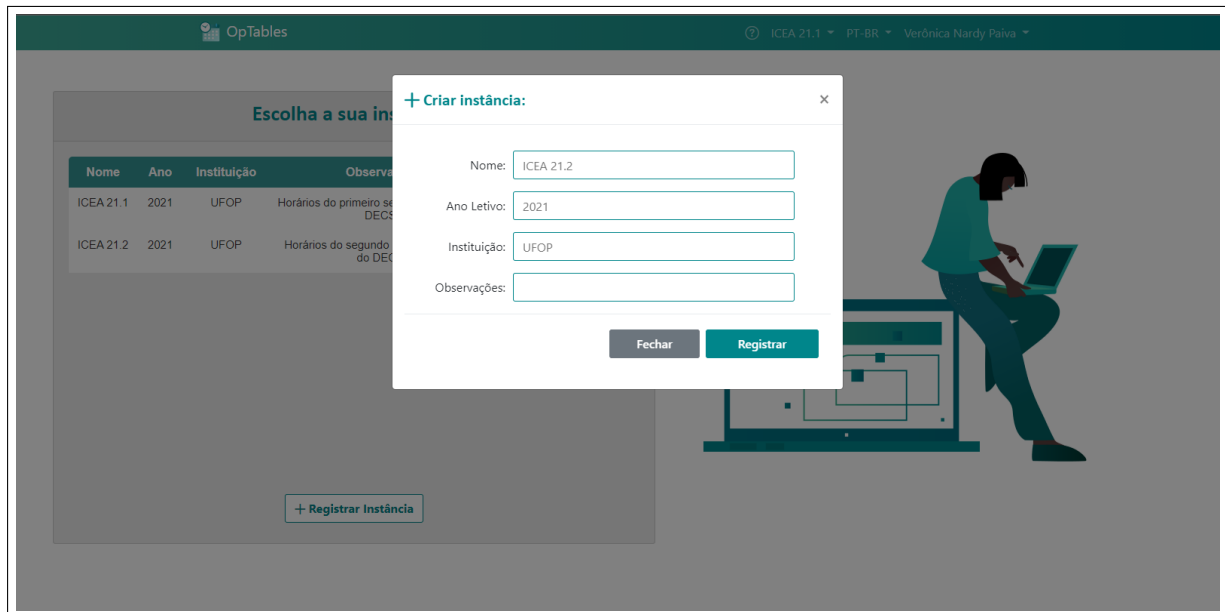


Figura 26 – Modal criar nova instância do OpTables.

A Figura 26 apresenta a *modal* que é aberta caso o usuário queira adicionar uma nova instância. Caso o usuário queira copiar ou editar aparecerá uma *modal* muito similar a esta, a única diferença sendo o ícone, o texto e, claro, a finalidade da *modal*.

### 4.3 Menu

Após o usuário selecionar, criar ou copiar uma instância ele será imediatamente redirecionado para a tela do *menu*. Essa tela é onde o usuário escolherá para qual módulo seguir. A ordem dos ícones dessa tela representa o fluxo ideal para o usuário seguir dentro do OpTables:

1. **Instâncias:** Representada na sessão anterior, nessa tela o usuário controla suas instâncias;
2. **Horários:** Como os outros parâmetros de entrada utilizam os horários para definir restrições, é ideal que ele seja configurado primeiro;
3. **Professores:** Manipular dados dos professores;
4. **Turmas:** Manipular dados das turmas;

5. **Disciplinas:** Manipular dados das disciplinas, como obrigatoriamente uma disciplina precisa pertencer a uma turma e necessita ter ao menos um professor compatível, é preferível que essa Entidade seja definida por último;
6. **Soluções:** Criar uma solução ou visualizar uma solução já criada;
7. **Configurações:** Ideal para usuários mais experientes e que saibam o que cada peso significa, neste módulo o usuário pode personalizar os pesos de todas as restrições.

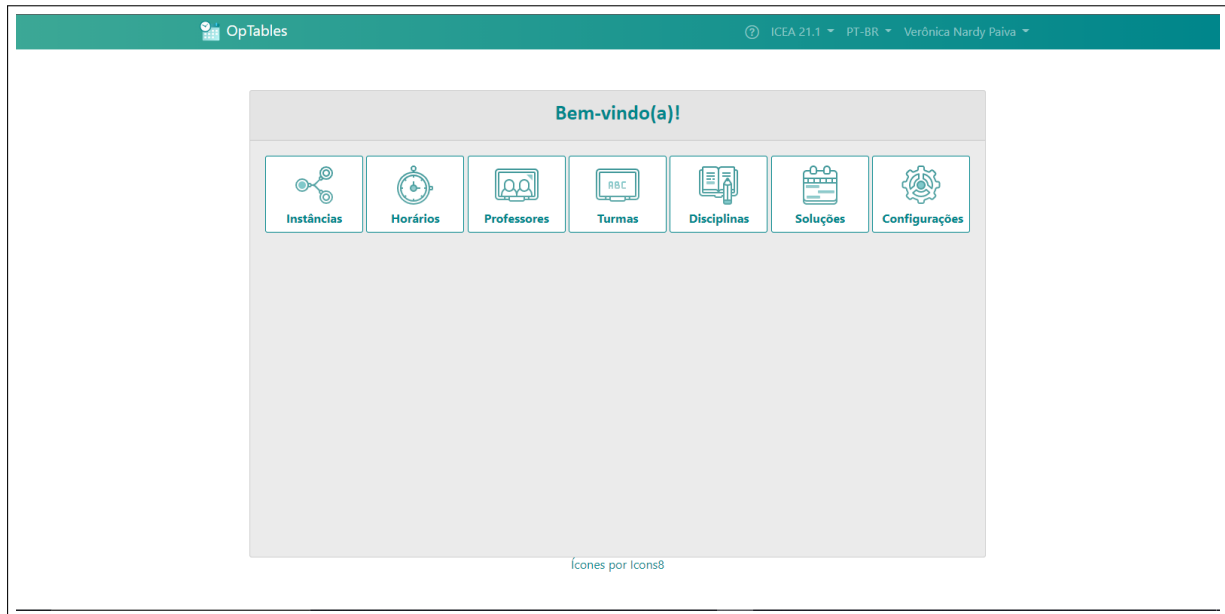



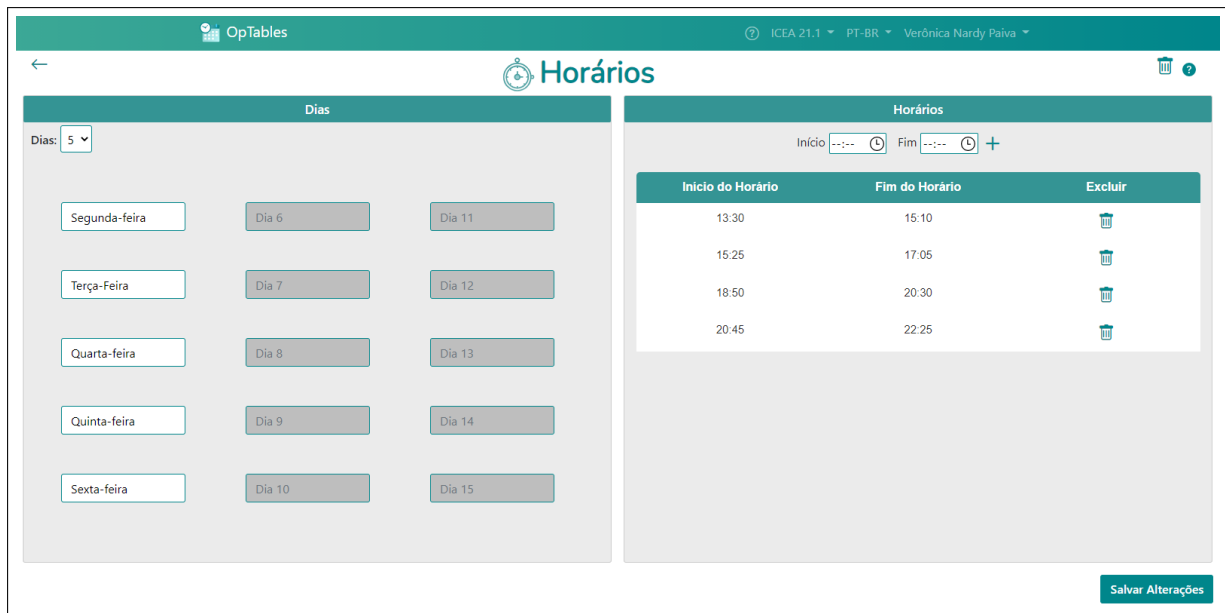
Figura 27 – Menu do OpTables.

## 4.4 Horários

A tela de horários é dividida em duas partes: à esquerda os campos referentes aos dias são dispostos, à direita são as horas de cada aula. O usuário pode escolher até quinze dias letivos de aula, apesar de isso não ser comum no contexto do Brasil. O usuário consegue escolher a quantidade de dias no *select* visto à extrema esquerda.

Sobre os horários, é disponibilizado dois *inputs*, um para o início das aulas e outro para o fim. O usuário deve clicar no ícone , ao lado dos *inputs*, para adicionar os Horários em questão. Logo abaixo há o botão para salvar as alterações que o usuário possivelmente tenha feito. É extremamente importante que essa tela seja a primeira configurada pelo usuário. Além disso, qualquer mudança posterior nessa tela implica um grande impacto em todas as restrições das outras Entidades e da Solução.

Como estamos usando o estudo de caso do [DECSI/ICEA](#) como referência, essa tela já encontra-se preenchida com os horários padrão do [ICEA](#).

Figura 28 – Horários do *OpTables*.

## 4.5 Turmas

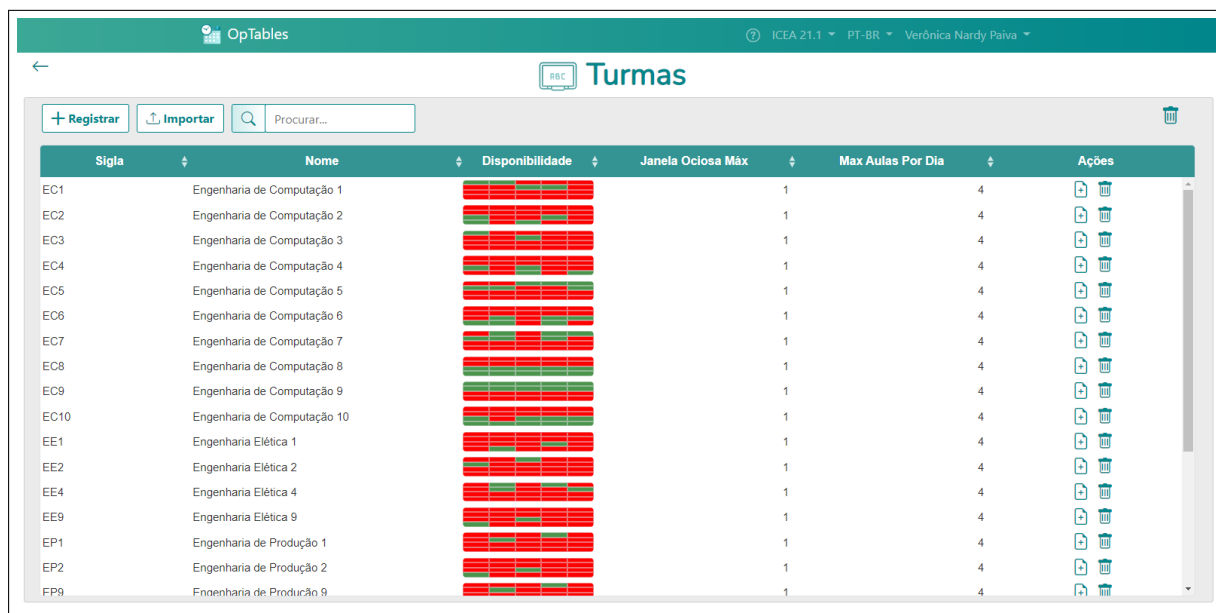
Neste ponto, tanto faz se o usuário decidir visitar primeiro as turmas ou os professores, pois entre si essas entidades não dependem uma da outra. Elas dependem apenas dos horários e são necessárias para as disciplinas.

A [Figura 29](#) se trata da principal tela referente às turmas desta instância. Note que é possível visualizar muitas informações nesta tela: além do nome e da sigla, também conseguimos ter acesso à disponibilidade desta turma, ou seja, quais são os horários livres de aula que as disciplinas criadas poderão ser alocadas. Esta mini-tabela pintada de vermelho e verde na coluna Disponibilidade representa os horários, sendo o vermelho indicando indisponibilidade e o verde indicando disponibilidade. Ou seja, as colunas representam os dias da semana (em nosso caso, segunda-feira a sexta-feira, totalizando cinco colunas) e as linhas representam as horas (como temos quatro horários, temos uma mini-tabela de quatro linhas). Por exemplo, na turma Engenharia de Computação 1, note que o primeiro retângulo da esquerda da mini-tabela está pintado de verde. Isso quer dizer que o horário das 13:30 às 15:10 da segunda-feira está disponível para uma disciplina do [DECSI](#). Nessa turma, em contrapartida, ainda observando a mini-tabela da turma Engenharia de Computação 1, note que o retângulo abaixo do retângulo verde mencionado anteriormente está pintado de vermelho, isso quer dizer que o horário das 15:25 às 17:05 já está ocupado e não pode receber uma disciplina do [DECSI](#).

Como o leitor pode notar, a maioria dos quadrados das mini-tabelas indicando disponibilidade estão pintadas de vermelho, ou seja, não estão disponíveis. Isso acontece pois, além das turmas serem necessariamente diurnas ou noturnas, muitos horários já

são ocupados por disciplinas de outros departamentos.

As demais informações são referentes às restrições descritas na Sessão 2.2. As ações são referentes à cópia de uma turma e à exclusão de uma turma.



The screenshot shows the 'Turmas' (Classes) interface in the OpTables system. The header bar includes the 'OpTables' logo, user information (ICEA 21.1, PT-BR, Verônica Nardy Paiva), and a back arrow. Below the header, there are buttons for '+ Registrar', 'Importar', and a search bar labeled 'Procurar...'. The main content is a table with the following columns: Sigla, Nome, Disponibilidade, Janela Ociosa Máx, Max Aulas Por Dia, and Ações. The table lists 19 courses, mostly from the 'Engenharia de Computação' and 'Engenharia Elétrica' departments. Each course has a 'Disponibilidade' column showing a grid of red and green cells, and an 'Ações' column with icons for copy and delete.

Sigla	Nome	Disponibilidade	Janela Ociosa Máx	Max Aulas Por Dia	Ações
EC1	Engenharia de Computação 1	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC2	Engenharia de Computação 2	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC3	Engenharia de Computação 3	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC4	Engenharia de Computação 4	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC5	Engenharia de Computação 5	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC6	Engenharia de Computação 6	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC7	Engenharia de Computação 7	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC8	Engenharia de Computação 8	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC9	Engenharia de Computação 9	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EC10	Engenharia de Computação 10	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EE1	Engenharia Elétrica 1	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EE2	Engenharia Elétrica 2	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EE4	Engenharia Elétrica 4	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EE9	Engenharia Elétrica 9	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EP1	Engenharia de Produção 1	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
EP2	Engenharia de Produção 2	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]
FP9	Engenharia de Produção 9	[Grid]	1	4	[Copy] [Delete]

Figura 29 – Turmas do *OpTables*.

Nas figuras 30, 31 e 32 conseguimos observar o formulário que é disponibilizado pelo sistema quando respectivamente clicamos para registrar, editar e copiar uma turma. Note que é o mesmo formulário, porém apresentando propostas diferentes.

No primeiro caso, o formulário é totalmente vazio. O segundo caso trata-se de uma edição, logo todos os dados da turma Engenharia de Computação 1 são apresentados na tela e disponíveis para quaisquer mudanças. O terceiro caso trata-se de uma cópia da turma Engenharia de Computação 1, logo, é possível criar uma turma baseada na Engenharia de Computação 1 com as mesmas restrições já automaticamente escolhidas, apenas nomes diferentes.

OpTables

ICEA 21.1 PT-BR Verônica Nardy Paiva

←

Adicionar Turma

Especificações

Nome

Engenharia de Computação I

Sigla

EC01

Janela Ociosa Máxima

Ilimitado

Carga Horária Diária

Ilimitado

Horários Indisponíveis

Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Registrar

Figura 30 – Incluir turma do *OpTables*.

OpTables

ICEA 21.1 PT-BR Verônica Nardy Paiva

←

Engenharia de Computação 1

Especificações

Nome

Engenharia de Computação 1

Sigla

EC1

Janela Ociosa Máxima

Ilimitado

Carga Horária Diária

Ilimitado

Horários Indisponíveis

Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Salvar Mudanças

Figura 31 – Editar turma do *OpTables*.

Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 32 – Copiar turma do *OpTables*.

À esquerda conseguimos escolher nome, sigla e as restrições mais simples da turma. Conseguimos notar que os horários que são marcados na tabela da parte direita da tela na [Figura 31](#) representam os horários indisponíveis, que estão pintados de vermelho na mini-tabela referente a Engenharia de Computação 1 da [Figura 29](#).

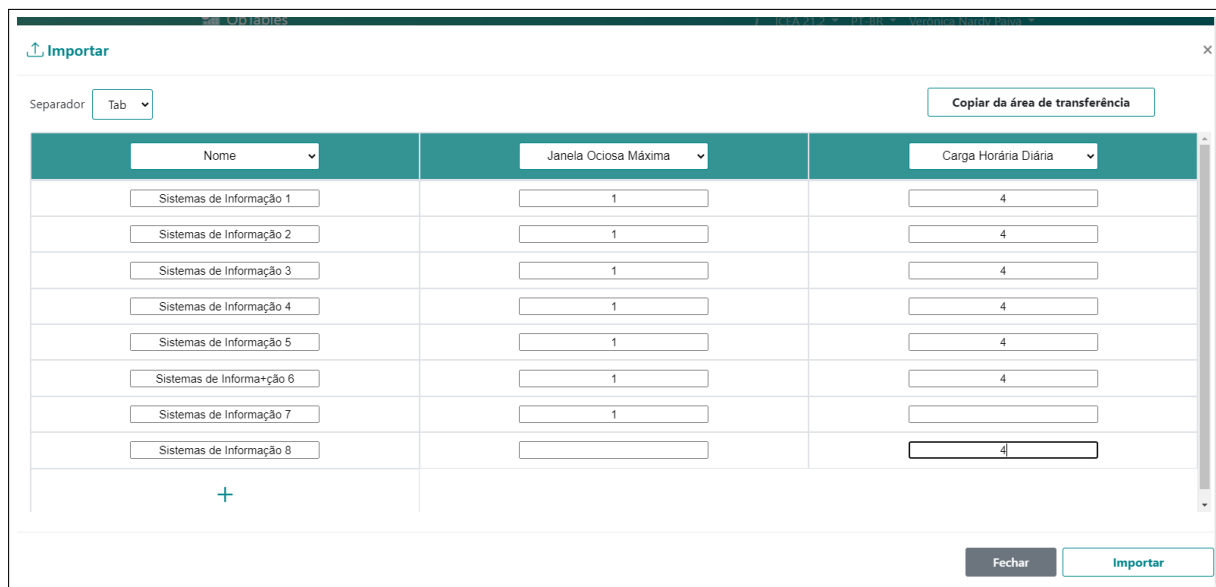
Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 33 – São acionadas mensagens de erro caso o usuário tenta enviar o formulário de forma indevida.

Além disso, também conseguimos importar turmas diretamente do *clipboard*. Vamos supor que as turmas de Sistemas de Informação ainda não tenham sido incluídas na nossa



instância. Há uma maneira rápida de colocar estes dados, apenas necessitando de pequenos ajustes depois, caso seja uma necessidade.



A interface de importação de turmas, intitulada "Importar", apresenta um formulário com uma tabela de dados. No topo, há um botão "Importar" e uma opção de separador definida como "Tab". Um botão "Copiar da área de transferência" está no canto superior direito. A tabela possui três colunas: "Nome", "Janela Ociosa Máxima" e "Carga Horária Diária". Cada coluna tem um menu suspenso no cabeçalho para selecionar o tipo de dado. A tabela contém oito linhas de dados, com a última linha vazia e um botão "+" para adicionar mais linhas. No canto inferior direito, há botões "Fechar" e "Importar".

Nome	Janela Ociosa Máxima	Carga Horária Diária
Sistemas de Informação 1	1	4
Sistemas de Informação 2	1	4
Sistemas de Informação 3	1	4
Sistemas de Informação 4	1	4
Sistemas de Informação 5	1	4
Sistemas de Informação 6	1	4
Sistemas de Informação 7	1	
Sistemas de Informação 8		4
+		

Figura 34 – Modal Importação de turmas.

Quando o usuário clica no botão referente a importar e se ele tiver dados de uma planilha ou separados por vírgula em seu *clipboard*, automaticamente uma tabela semelhante a da Figura 34 será montada com os dados. Basta o usuário posteriormente escolher sobre o que se trata cada coluna, como foi feito na Figura 34, onde o leitor pode perceber que os *selects* disponibilizados no cabeçalho da tabela foram definidos pelo usuário, indicando do que se trata cada valor. Nesse exemplo podemos observar que a turma Sistemas de Informação 6 contém um erro de digitação, onde está incluído um caracter especial entre o "a" e o "ç" da palavra Informação. Além disso, a Janela Ociosa Máxima de Sistemas de Informação 8 está vazia, assim como a Carga Horária Diária de Sistemas de Informação 7. O sistema identifica irregularidades e as trata com diferentes tipos de gravidade, como vai ser observado na Figura 35.

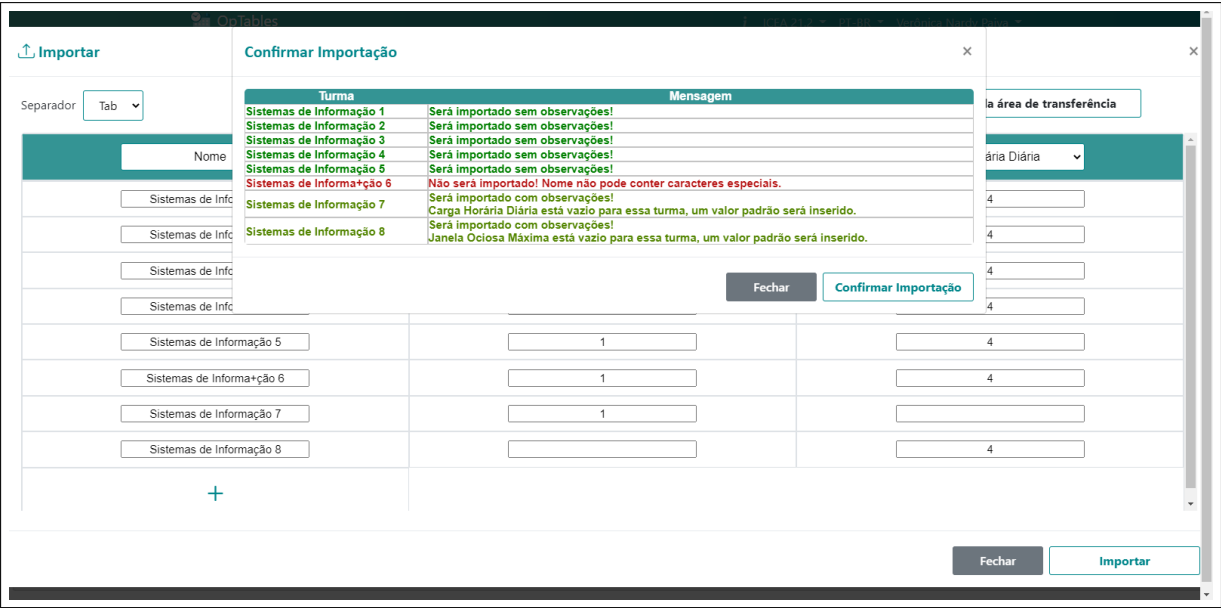


Figura 35 – Modal Relatório da Importação de turmas.

Quando o usuário clica em Importar, um relatório indicando o estado de cada turma é depositado na tela. Note que, por Nome se tratar de um parâmetro insubstituível e único, a turma Sistemas de Informação 6 (que contém um erro no seu parâmetro Nome) não será importada. Já os outros parâmetros podem ser substituídos por um valor padrão, logo a importação ainda acontecerá, mesmo com observações. Caso o usuário não esteja satisfeito com o relatório, ele pode fechar a segunda *modal* e modificar os valores da importação, já que a tabela criada contém *inputs* que permitem o usuário modificar o valor que ele quiser.

Por uma decisão de projeto, note que a importação não abrange os horários indisponíveis. Além disso, as siglas são criadas automaticamente sem a possibilidade de edição pelo usuário (diferente do que acontece no formulário, que as siglas são criadas automaticamente, porém o usuário pode modificar). Todos esses parâmetros e restrições, no entanto, podem ser livremente modificados após a importação dos mesmos.

SI1	Sistemas de Informação 1	<div></div>	1	4
SI2	Sistemas de Informação 2	<div></div>	1	4
SI3	Sistemas de Informação 3	<div></div>	1	4
SI4	Sistemas de Informação 4	<div></div>	1	4
SI5	Sistemas de Informação 5	<div></div>	1	4
SI6	Sistemas de Informação 6	<div></div>	1	4
SI7	Sistemas de Informação 7	<div></div>	1	4
SI8	Sistemas de Informação 8	<div></div>	1	4

Figura 36 – Todas as turmas de Sistemas de Informação logo após a importação.

Supondo que consertamos o nome de Sistemas de Informação 6 e adicionamos

os demais parâmetros em Sistemas de Informação 7 e Sistemas de Informação 8, na [Figura 36](#) vemos o resultado da importação. Note que o quadro de disponibilidade está completamente verde e as siglas foram criadas automaticamente, mesmo que não adicionamos na importação.

## 4.6 Professores

A tela Professores segue uma dinâmica muito semelhante à tela de turmas, porém nesta tela temos uma maior quantidade de informações, pois professores contém mais restrições e mais dados que turma.

Sigla	Nome	Disponibilidade	Max Aulas	Min-Max	Prioridade	Disciplinas Compatíveis	Ações
P1	Professor 1	[Grid]	4	2 - 3	[Icon]	CSI488; CSI693; CSI488; CSI488; CSI488	[Icons]
P2	Professor 2	[Grid]	6	2 - 4	[Icon]	CSI440; CSI440; CSI440	[Icons]
P3	Professor 3	[Grid]	6	2 - 2	[Icon]	CSI548; CSIXXX; CSIXXX; CSIXXX ...	[Icons]
P4	Professor 4	[Grid]	4	2 - 3	[Icon]	CSI427; CSI491; CSI427; CSI491	[Icons]
P5	Professor 5	[Grid]	6	2 - 3	[Icon]	CSI030; CSI148; CSI148; CSI030 ...	[Icons]
P6	Professor 6	[Grid]	6	2 - 2	[Icon]	CSIXXX; CSIXXX; CSIXXX; CSIXXX ...	[Icons]
P7	Professor 7	[Grid]	6	2 - 2	[Icon]	CSI429; CSI203; CSI203; CSI429; CSI203	[Icons]
P8	Professor 8	[Grid]	6	2 - 3	[Icon]	CSI485; CSIXXX; CSIXXX; CSIXXX ...	[Icons]
P9	Professor 9	[Grid]	4	2 - 2	[Icon]	CSI009; CSI145; CSWIS	[Icons]
P10	Professor 10	[Grid]	2	2 - 2	[Icon]	CSI030; CSI030; CSI030; CSI030	[Icons]
P11	Professor 11	[Grid]	4	2 - 4	[Icon]	CSI466; CSI466	[Icons]
P12	Professor 12	[Grid]	6	2 - 4	[Icon]	CSI488; CSI508; CSIXXX; CSIXXX ...	[Icons]
P13	Professor 13	[Grid]	4	2 - 4	[Icon]	CSI203; CSI203; CSI203	[Icons]
P14	Professor 14	[Grid]	5	2 - 3	[Icon]	CSI201; CSIXXX; CSIXXX; CSIXXX ...	[Icons]
P15	Professor 15	[Grid]	6	2 - 2	[Icon]	CSI009; CSI145; CSASS	[Icons]
P16	Professor 16	[Grid]	4	2 - 3	[Icon]	CSI460; CGTIS	[Icons]
P17	Professor 17	[Grid]	6	2 - 2	[Icon]	CSI419; CSI506; C-J PS	[Icons]

Figura 37 – Professores do *OpTables*.

As mini-tabelas de disponibilidade nessa imagem não apresentam nenhum horário pintado de vermelho, apenas pintados de verde e amarelo. Como sabemos, verdes são aqueles horários livres. Os horários amarelos são referentes aos Horários Indesejáveis de um professor. Lembre-se que os professores também contêm a restrição de Horários Indisponíveis, porém os mesmos (que deixa os horários na cor vermelha) não estão presentes em nenhum professor do [DECSI](#), pois essa é uma restrição resguardada apenas para situações de impossibilidade com um motivo forte. Logo, os horários pintados de amarelo são os horários que o professor prefere não lecionar, se for possível.

É possível notar, além disso, as demais restrições de um professor. A coluna de Prioridade, por exemplo, é definida por um medidor, note que todos os medidores estão iguais e definidos bem no meio, isso quer dizer que todos os professores tem prioridade média. Caso essa prioridade mude por um motivo qualquer, o medidor também mudará.

Outro campo interessante é Disciplinas Compatíveis, sabemos que cada disciplina tem um ou vários professores compatíveis. Dito isso, conseguimos ver essa informação nessa coluna, onde nos mostra a sigla de cada disciplina que o professor está incluído como professor compatível.

**OpTables** ICEA 21.1 PT-BR Verônica Nardy Paiva

### Adicionar Professor

**Especificações**

Nome: Carl Edward Sagan

Sigla: CES

Máximo de Aulas: Ilimitado

Mínimo de Dias Letivos: Ilimitado

Máximo de Dias Letivos: Ilimitado

Janela Ociosa Máxima: Ilimitado

Carga Horária Diária: Ilimitado

Máximo de Disciplinas Diferentes: Ilimitado

Prioridade: Média

**Horários Indesejados** | Horários Indisponíveis | Padrões Indesejados

Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Registrar**

Figura 38 – Adicionar um professor do *OpTables*.

**Horários Indesejados** | Horários Indisponíveis | Padrões Indesejados

Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Registrar**

Figura 39 – Horários indesejados, que são referenciados como horários amarelos na tela principal dos professores.

Figura 40 – Padrões Indesejados, note que é um *multiselect*.

Como conseguimos observar, o formulário de um professor é muito semelhante a um formulário de uma turma, porém um professor tem mais restrições. As restrições dos professores também foram definidas na Sessão 2.2.

Neste caso, no entanto, ao contrário da tela Turmas, não conseguimos verificar todas as informações de um professor na tela da Figura 37. Fazendo este formulário da Figura 38 servir também como um detalhamento do professor caso o botão de editar seja clicado. Podemos observar, além disso, que no lado direito da tela temos três abas que são detalhadas na Figura 39 e na Figura 40. Além disso, também temos as possibilidades de cópia e edição e exclusão de um professor.

A Figura 40, que representa os padrões indesejados, é composta por um *multiselect* que permite o usuário definir os dias da semana que compõe este padrão e colocar quantos padrões quiser na tabela.

A importação acontece de maneira idêntica à importação das turmas. Vale lembrar que o usuário não tem obrigação de preencher toda a tabela, sua única obrigação é informar nomes válidos para que sejam importados, os demais parâmetros, se não informados, são definidos automaticamente com valores padronizados (irrestritos).

Nome	Máximo de Aula	Carga Horária D	Selecione	Selecione	Selecione	Selecione	Selecione
Professor 1	4	2					
Professor 10	2	2					
Professor 11	4	2					
Professor 12	6	2					
Professor 13	4	2					
Professor 14	5	2					
Professor 15	6	2					
Professor 16	4	2					
Professor 17	6	2					

Figura 41 – Modal Importação de professores do *OpTables*.

Professor	Mensagem
Professor 1	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 10	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 11	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 12	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 13	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 14	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 15	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 16	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 17	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 18	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 19	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 2	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 20	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 21	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 22	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 23	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.
Professor 24	Não será importado! Já existe um Professor com esse nome.

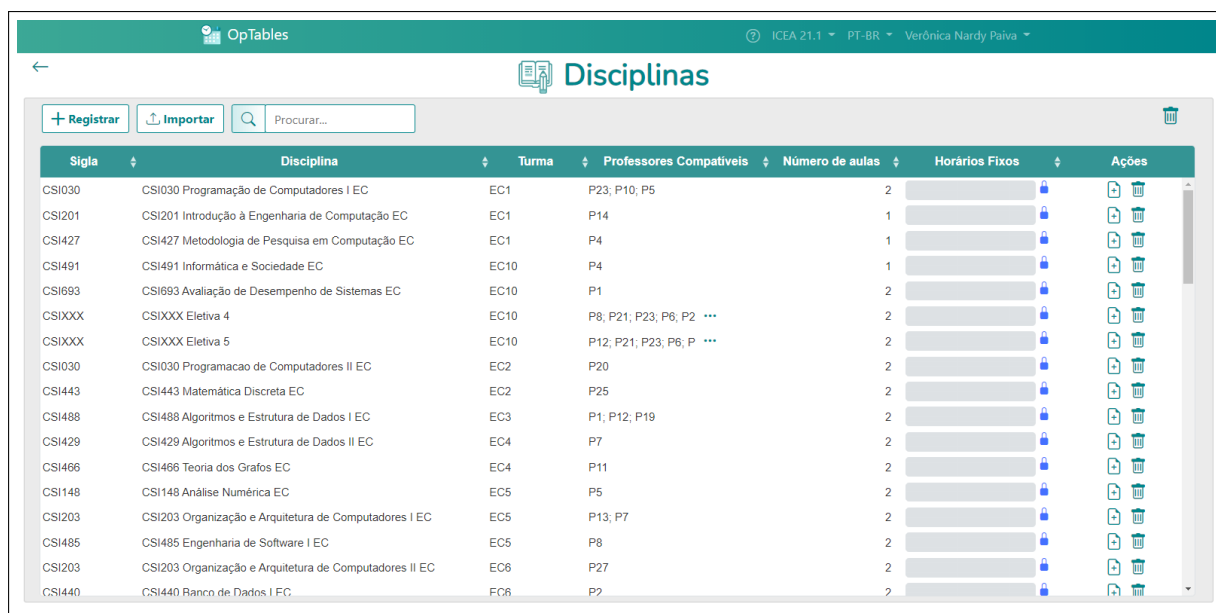
Figura 42 – Modal Relatório da Importação de professores do *OpTables*.

Note que na Figura 42 nem mesmo foi disponibilizado o botão para confirmar a importação. Como todos os nomes dos professores que foram incluídos na tabela já existiam e nenhum professor será importado, o processo de importação é interrompido.

## 4.7 Disciplinas

De maneira análoga, as telas disponibilizadas para as disciplinas são muito semelhantes as de turmas e professores. As disciplinas, no entanto, devem ser configuradas por

último pois existem restrições que dependem inteiramente de professores e turmas.



Sigla	Disciplina	Turma	Professores Compatíveis	Número de aulas	Horários Fixos	Ações
CSIO30	CSIO30 Programação de Computadores I EC	EC1	P23; P10; P5	2		
CSI201	CSI201 Introdução à Engenharia de Computação EC	EC1	P14	1		
CSI427	CSI427 Metodologia de Pesquisa em Computação EC	EC1	P4	1		
CSI491	CSI491 Informática e Sociedade EC	EC10	P4	1		
CSI693	CSI693 Avaliação de Desempenho de Sistemas EC	EC10	P1	2		
CSIXXX	CSIXXX Eletiva 4	EC10	P8; P21; P23; P6; P2 ...	2		
CSIXXX	CSIXXX Eletiva 5	EC10	P12; P21; P23; P6; P ...	2		
CSIO30	CSIO30 Programacao de Computadores II EC	EC2	P20	2		
CSI443	CSI443 Matemática Discreta EC	EC2	P25	2		
CSI488	CSI488 Algoritmos e Estrutura de Dados I EC	EC3	P1; P12; P19	2		
CSI429	CSI429 Algoritmos e Estrutura de Dados II EC	EC4	P7	2		
CSI466	CSI466 Teoria dos Grafos EC	EC4	P11	2		
CSI148	CSI148 Análise Numérica EC	EC5	P5	2		
CSI203	CSI203 Organização e Arquitetura de Computadores I EC	EC5	P13; P7	2		
CSI485	CSI485 Engenharia de Software I EC	EC5	P8	2		
CSI203	CSI203 Organização e Arquitetura de Computadores II EC	EC6	P27	2		
CSI440	CSI440 Banco de Dados I EC	EC6	P2	2		

Figura 43 – Disciplinas do *OpTables*.

A Figura 43 representa as disciplinas cadastradas para a instância em questão com restrições que também foram descritas na Sessão 2.2. Note que, ao invés de existir uma coluna Disponibilidade, uma mini-tabela foi colocada na coluna Horários Fixos. No caso do nosso cenário nenhum horário foi definido como fixo para nenhuma disciplina, essa ferramenta deve ser definida apenas em situações de muita importância, já que limitam muito as opções para construção de uma solução. Se tivessem horários fixos, eles estariam pintados de azul.

As siglas dos professores compatíveis também são exibidas nessa tela, afim de facilitar para o usuário e deixar tudo organizado e compacto ao mesmo tempo. Além disso, também temos as possibilidades de cópia, edição e exclusão de uma disciplina.

OpTables ICEA 21.1 PT-BR Verônica Nardy Paiva

## CSI030 Programação de Computadores I EC

**Especificações**

Disciplina

Sigla

Turma

Número de aulas

Quebra das aulas

Mínimo de dias entre aulas

Máximo de dias entre aulas

**Professores Compatíveis** | **Fixar Horários** | **Relações**

Professores por Aula

**Professores Compatíveis:**

Professor

Compatibilidade

**Adicionar**

Nome	Compatibilidade	Excluir
Professor 23	Total	
Professor 10	Total	
Professor 5	Total	

**Salvar**

Figura 44 – Representação de uma edição de disciplina, nesse caso estamos Editando Programação de Computadores I da turma Engenharia de Computação 1.

**Professores Compatíveis** | **Fixar Horários** | **Relações**

Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:25 - 17:05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:50 - 20:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:45 - 22:25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Salvar**

Figura 45 – Fixar Horários do OpTables.



Relacionamento	Disciplina	Excluir
Não Simultânea com	CSI506 Compiladores I	

Figura 46 – Relacionamentos entre disciplinas do *OpTables*.

De acordo com a [Figura 44](#), podemos notar que temos três professores compatíveis com a disciplina e todos tem total compatibilidade. Porém, como o *select* Professores por Aula foi definido como 1, apenas um professor irá lecionar essa matéria. O *software* irá escolher aquele professor cuja alocação permite atender ao máximo possível as restrições de todos.

Veja na [Figura 46](#) que foi definido um relacionamento entre uma disciplina com Compiladores I. Nessa aba o usuário define o tipo do relacionamento e a disciplina que fará parte deste relacionamento, adicionando essas informações em uma tabela que as incluem no banco de dados.

Como importamos as turmas do curso Sistemas de Informação na Sessão [4.6](#), vamos dar continuidade e importar também todas as disciplinas das turmas deste curso como na [Figura 47](#).

OpTables

Importar

Separador: Tab

Copiar da área de transferência

Disciplina	Quebra das aulas	Número de aulas	Professores por	Professores	Mínimo de dias	Máximo de dias	Turma
CSI145 - Teoria e	1+1	2	1	Professor 15+Prof	2	4	Sistemas de Infor
CSI427 Metodolog	1	1	1	Professor 4	2	4	Sistemas de Infor
CSI030 Programa	1+1	2	1	Professor 10+Prof	2	4	Sistemas de Infor
CSI491 Informátic	1	1	1	Professor 4	2	4	Sistemas de Infor
CSI030 Programa	1+1	2	1	Professor 20	2	4	Sistemas de Infor
CSI488 - Algoritmi	1+1	2	1	Professor 1+Profe	2	4	Sistemas de Infor
CSI460 Gestão da	1+1	2	1	Professor 16	2	4	Sistemas de Infor
CSI443 Matemátic	1+1	2	1	Professor 25	2	4	Sistemas de Infor
CSI429 Algoritmos	1+1	2	1	Professor 7	2	4	Sistemas de Infor

Fechar Importar

Figura 47 – Modal Importação de disciplinas.

Baseado na Figura 47, o leitor consegue perceber que neste exemplo todas as colunas da tabela são utilizadas, porém as únicas colunas obrigatórias são Disciplina, Turma e Professores. Os outros valores podem ser substituídos por um valor padrão e dispensam a obrigatoriedade. Os professores e as turmas escritos nos *inputs* devem ter o exato nome que está salvo no banco de dados, se estes nomes não conferirem, a disciplina em questão não será importada.

Caso seja desejada a importação de uma disciplina com mais de um professor compatível, foi definido que os nomes desses professores deve ser separados por "+". Por exemplo: se em um input referente a professores compatíveis estiver escrito "Professor 1+Professor 2" significa que os professores Professor 1 e Professor 2 serão compatíveis com a disciplina. As figuras Figura 48 e Figura 49 representam as importações das disciplinas do curso Sistemas de Informação.

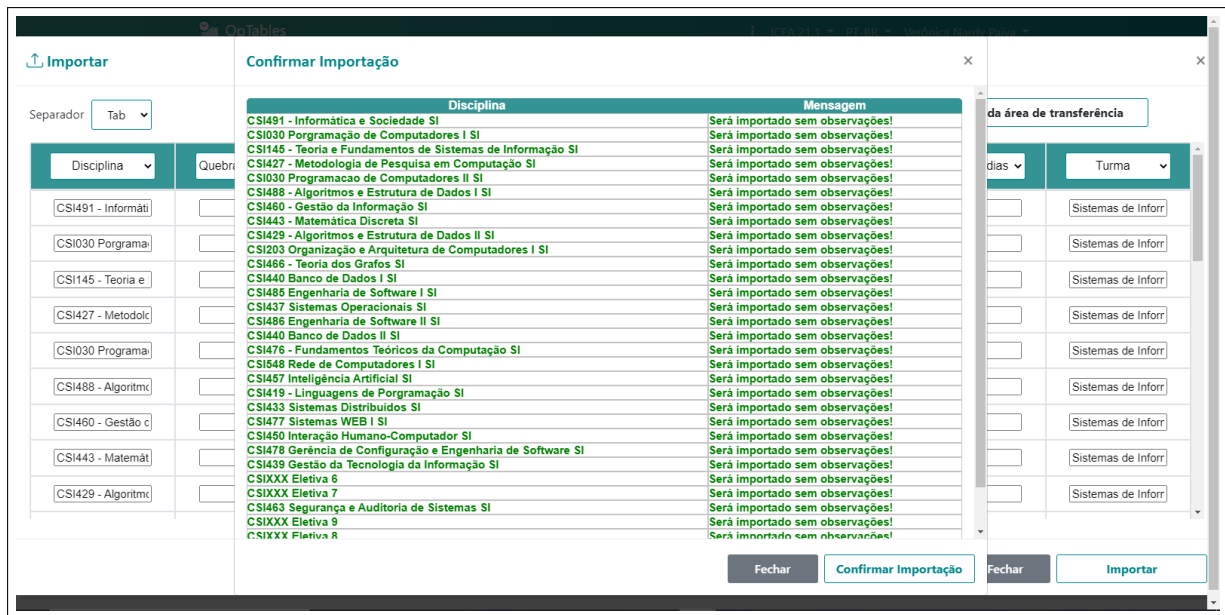


Figura 48 – Modal Relatório da Importação de disciplinas do *OpTables*.

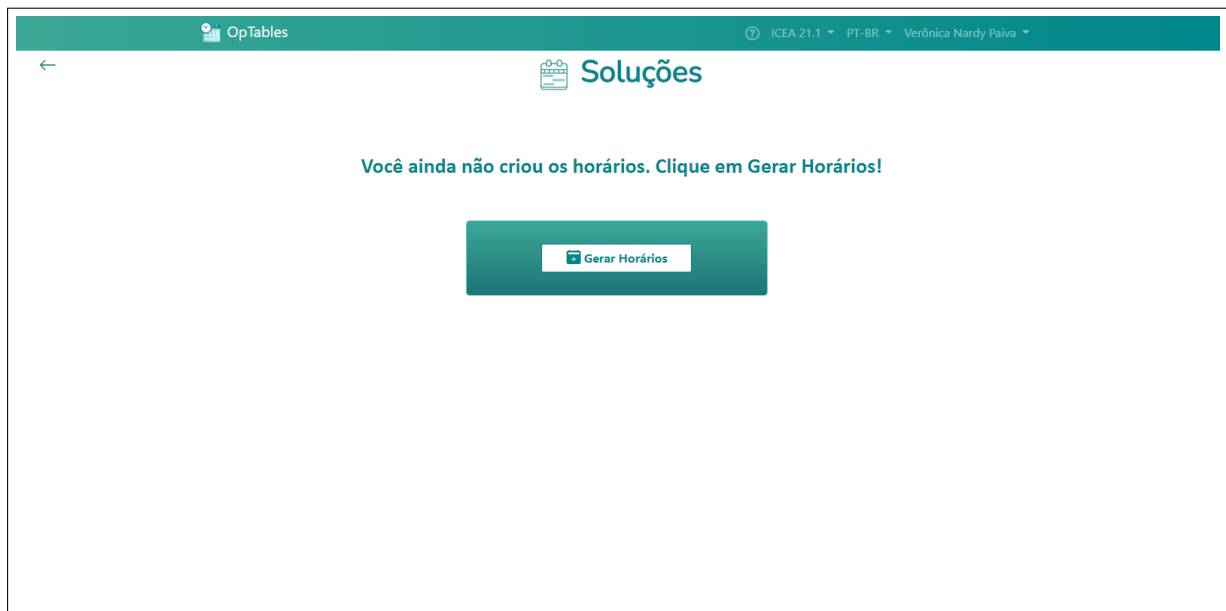
Sigla	Disciplina	Turma	Professores Compatíveis	Número de aulas	Horários Fixos	Ações
CSI030	CSI030 Programação de Computadores I SI	SI1	P5, P10, P23	2		
CSI145	CSI145 - Teoria e Fundamentos de Sistemas de Informação SI	SI1	P9, P15	2		
CSI427	CSI427 Metodologia de Pesquisa em Computação SI	SI1	P4	1		
CSI491	CSI491 Informática e Sociedade SI	SI1	P4	1		
CPCIS	CSI030 Programacao de Computadores II SI	SI2	P20	2		
CSI443	CSI443 Matemática Discreta SI	SI2	P25	2		
CSI460	CSI460 Gestão da Informação SI	SI2	P16	2		
CSI488	CSI488 - Algoritmos e Estrutura de Dados I SI	SI2	P1, P12, P19	2		
CSI203	CSI203 Organização e Arquitetura de Computadores I SI	SI3	P7, P13	2		
CSI429	CSI429 Algoritmos e Estrutura de Dados II SI	SI3	P7	2		
CSI466	CSI466 Teoria dos Grafos SI	SI3	P11	2		
CSOS	CSI437 Sistemas Operacionais SI	SI4	P21	2		
CSI440	CSI440 Banco de Dados I SI	SI4	P2	2		
CESIS	CSI485 Engenharia de Software I SI	SI4	P8	2		
CSI440	CSI440 Banco de Dados II SI	SI5	P2	2		
CIAS	CSI457 Inteligência Artificial SI	SI5	P22	2		
CSI476	CSI476 - Fundamentos Teóricos da Computação SI	SI5	P28	2		

Figura 49 – As disciplinas importadas.

## 4.8 Soluções

Após cadastradas as informações sobre os horários, turmas, professores e disciplinas, o usuário pode proceder à tela de soluções. Inicialmente, quando o usuário não possui uma solução pronta, a tela é como a [Figura 50](#). Quando clicamos em gerar horários, uma *modal* como a da [Figura 51](#) aparece, pois precisamos definir o tempo de execução do gerador de horários. Esses tempos de execução possuem valores recomendados que seguem as seguintes recomendações:

- **1 minuto:** Recomendado para verificar se as restrições foram informadas corretamente e para problemas muito pequenos, de menos de 100 aulas.
- **5 minutos:** Recomendado para problemas de porte pequeno (entre 100 e 200 aulas).
- **30 minutos:** Recomendado para problemas de porte médio (entre 200 e 500 aulas).
- **1 hora:** Recomendado para problemas de porte grande (entre 500 e 1000 aulas).
- **5 horas:** Recomendado para problemas de porte muito grande (mais de 1000 aulas).
- **24 horas:** Recomendado apenas para buscar soluções melhores do que as já obtidas por execuções anteriores com tempo limite mais restrito.

Figura 50 – Soluções do *OpTables*.

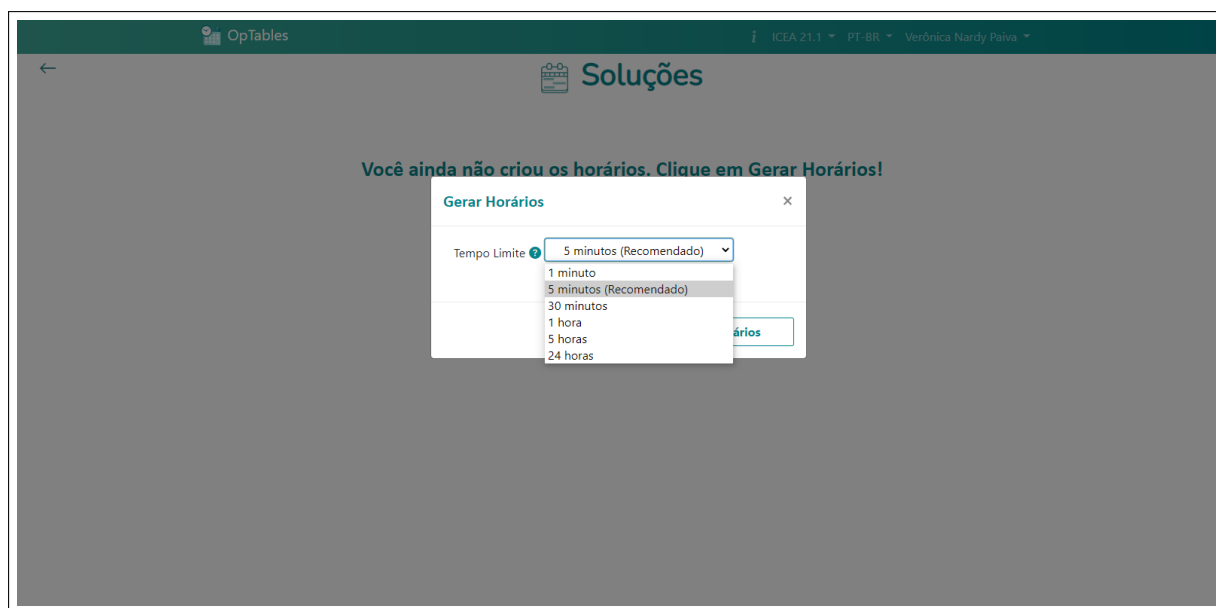


Figura 51 – Modal para definir o tempo de execução.

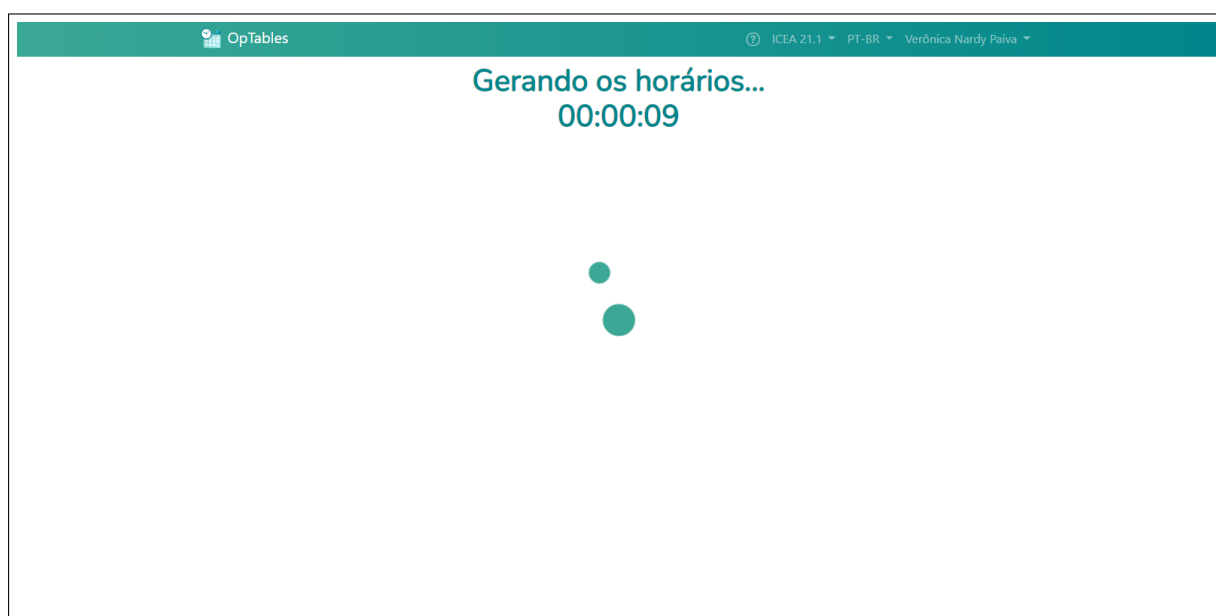


Figura 52 – Solução em andamento.

O tempo recomendado para nosso exemplo foi de 5 minutos, o selecionamos e iniciou-se a execução do *software* desenvolvido pelo Professor George Henrique Godim da Fonseca. Muitas vezes, se o programa encontrar a solução ótima (ou a melhor possível) antes do tempo de execução acabar, a tela de espera é interrompida antes do tempo final. Por exemplo, essa execução durou aproximadamente 3 minutos, 2 minutos antes do previsto.

A aplicação implementada pelo professor recebe como entrada valores separados por ponto e vírgula (que automaticamente são gerados pelo *OpTables* e enviados para a

aplicação) e quando o *software* termina de calcular o melhor horário gera dois arquivos com valores separados por ponto e vírgula, um referente aos horários e outro referente às restrições que foram violadas. Esses arquivos são interpretados pelo *OpTables*, que mostra graficamente um horário como na Figura 53.

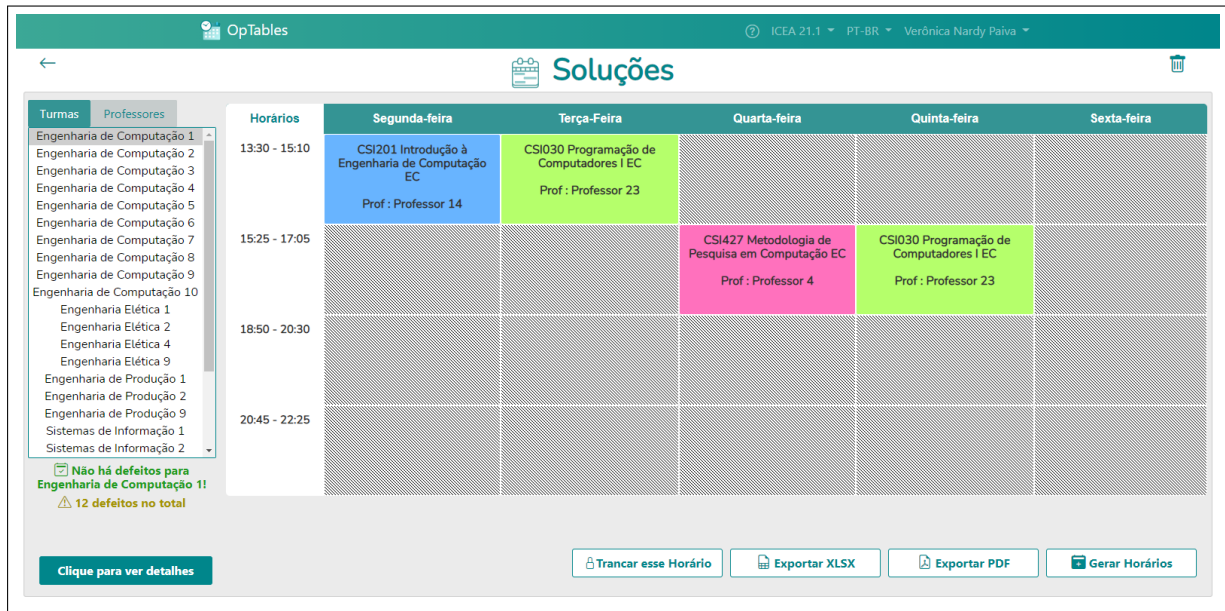



Figura 53 – Solução para Engenharia de Computação 1.

A Figura 53 representa o primeiro horário que temos contato quando entramos na tela de Soluções quando há uma solução pronta, que é o horário da primeira turma em ordem alfabética. Pode-se notar a esquerda uma lista com todas as turmas da nossa instância, clicando nas mesmas é possível verificar o horário de cada uma separadamente. Também conseguimos verificar os horários dos professores separadamente.

Os horários indisponíveis estão marcados como  e no caso das figuras 53 e 54, eles tomam todos os horários que estão vazios em Engenharia de Computação I e Sistemas de Informação 6. Se fossem apenas horários vazios estariam coloridos apenas em um tom de cinza claro. Isso é bom, já que como foi mencionado anteriormente muitos horários para as turmas são indisponíveis e o *software* desenvolvido pelo professor George conseguiu alocar horários que não colidem com horários indisponíveis, que é uma restrição de peso alto.

Turmas	Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Engenharia de Computação 7	13:30 - 15:10	CSI450 Interação Humano-Computador SI Prof : Professor 26	CSI477 Sistemas WEB I SI Prof : Professor 9	CSI419 - Linguagens de Programação SI Prof : Professor 17	CSI450 Interação Humano-Computador SI Prof : Professor 26	CSI419 - Linguagens de Programação SI Prof : Professor 17
Engenharia de Computação 8	15:25 - 17:05	CSI433 Sistemas Distribuídos SI Prof : Professor 24	CSI478 Gerência de Configuração e Engenharia de Software SI Prof : Professor 6	CSI433 Sistemas Distribuídos SI Prof : Professor 24	CSI477 Sistemas WEB I SI Prof : Professor 9	CSI478 Gerência de Configuração e Engenharia de Software SI Prof : Professor 6
Engenharia de Computação 9	18:50 - 20:30					
Engenharia de Computação 10	20:45 - 22:25					
Engenharia Elétrica 1						
Engenharia Elétrica 2						
Engenharia Elétrica 4						
Engenharia Elétrica 9						
Engenharia de Produção 1						
Engenharia de Produção 2						
Engenharia de Produção 9						
Sistemas de Informação 1						
Sistemas de Informação 2						
Sistemas de Informação 3						
Sistemas de Informação 4						
Sistemas de Informação 5						
Sistemas de Informação 6						
Sistemas de Informação 7						
Sistemas de Informação 8						

Não há defeitos para Sistemas de Informação 6i  
 12 defeitos no total

Clique para ver detalhes
 Trancar esse Horário
 Exportar XLSX
 Exportar PDF
 Gerar Horários

Figura 54 – Solução para Sistemas de Informação 6.

Essa solução é considerada boa, pois, verificando logo abaixo da lista de turmas, conseguimos observar mais detalhes das restrições. Primeiramente, na [Figura 53](#) e [Figura 54](#) nenhuma restrição em Engenharia de Computação 1 e Sistemas de Informação 6 foi violada. Abaixo há a quantidade de violações em toda a solução, 12. Comumente há restrições que são conflitantes e impossíveis de serem atendidas simultaneamente, por isso é aceitável e esperado violações em alguns casos. O usuário deve posteriormente analisar a solução gerada e verificar se essas violações realmente são difíceis (ou impossíveis) de serem evitadas ou se trata-se de um erro na especificação dos dados.

Ademais, também é importante verificar a cor da frase. Frases na cor verde significam que não há defeitos, frases na cor amarela significam que há defeitos de peso pequeno, frases na cor laranja significam que há defeitos de peso médio, frases na cor vermelha significam que há defeitos gravíssimos. Notando a cor amarela da frase que indica os defeitos em toda nossa solução, já podemos perceber que não existem restrições violadas de peso médio e nem altíssimo, indicando que apenas restrições de menor importância foram violadas.

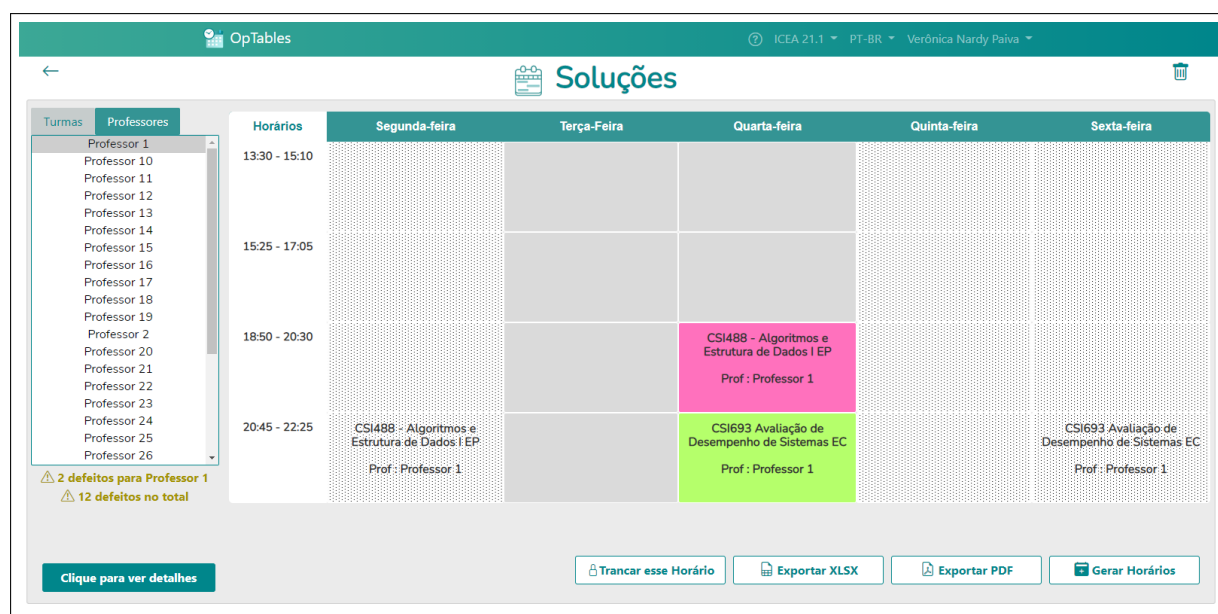



Figura 55 – Solução para o Professor 1.

Como podemos observar na Figura 55, dos 12 defeitos em toda a Solução, dois estão no Horário do Professor 1. Os horários indesejados estão marcados como , note que o professor está lecionando em dois horários indesejados, que seria de 20:45 às 22:25 na segunda-feira e 20:45 às 22:25 na sexta-feira. Quando uma disciplina é alocada em um horário indesejado ou indisponível a sua cor de fundo não é exibida, dando lugar ao padrão característico dessas restrições. Nesse exemplo em específico é impossível não violar essa restrição, uma vez que há uma restrição de peso alto proibindo aulas de uma mesma disciplina de ocorrerem em dias consecutivos.

## 4.9 Relatório

Na tela de Soluções conseguimos visualizar alguns relatórios. É possível abrir um relatório onde todos os defeitos são detalhados. Esse relatório torna-se extremamente útil quando o usuário está insatisfeito com o resultado, observando as restrições e identificando algum possível equívoco nos dados de entrada. Também conseguimos exportar a solução em PDF e planilha, como nas figuras 57 e 58.



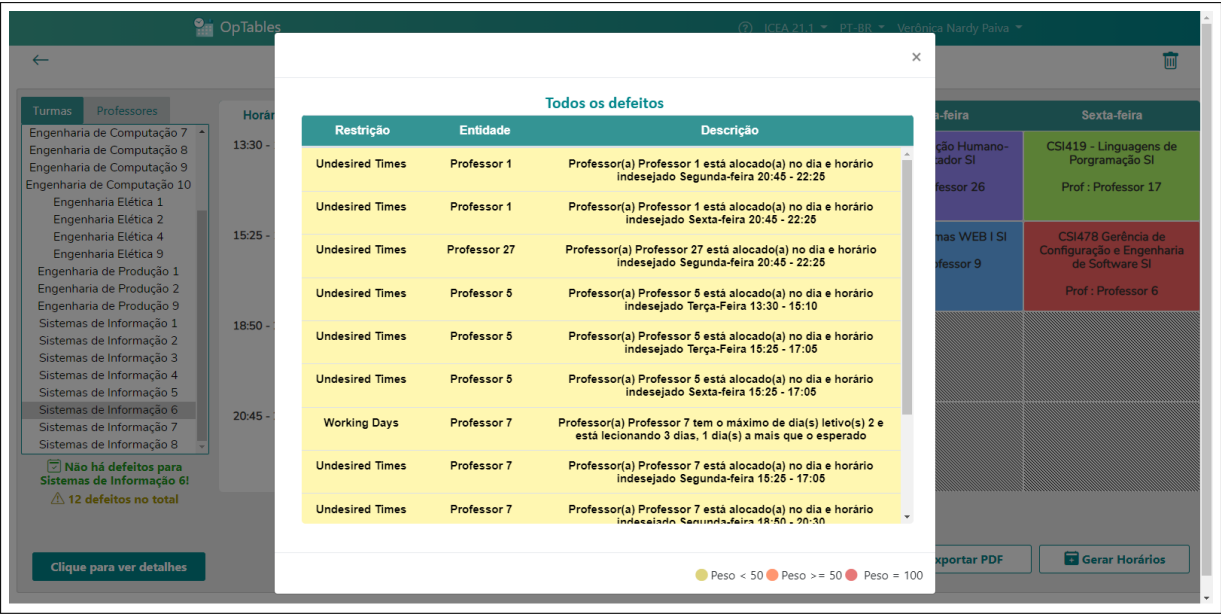


Figura 56 – Defeitos da Solução.

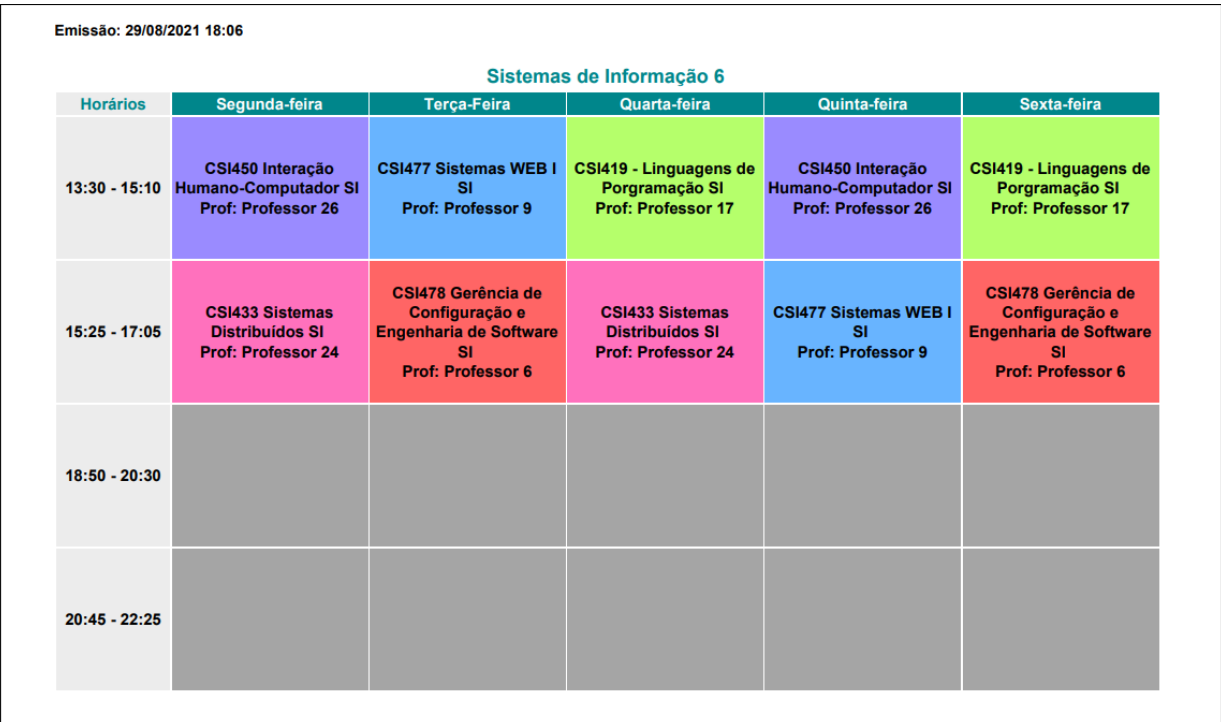


Figura 57 – Solução exportada para PDF.

ICEA 21.1					
Emissão: 29/08/2021 18:07					
Sistemas de Informação 6					
Horários	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
13:30 - 15:10	CSI450 Interação Humano-Computador SI Prof: Professor 26	CSI477 Sistemas WEB I SI Prof: Professor 9	CSI419 - Linguagens de Programação SI Prof: Professor 17	CSI450 Interação Humano-Computador SI Prof: Professor 26	CSI419 - Linguagens de Programação SI Prof: Professor 17
15:25 - 17:05	CSI433 Sistemas Distribuídos SI Prof: Professor 24	CSI478 Gerência de Configuração e Engenharia de Software SI Prof: Professor 6	CSI433 Sistemas Distribuídos SI Prof: Professor 24	CSI477 Sistemas WEB I SI Prof: Professor 9	CSI478 Gerência de Configuração e Engenharia de Software SI Prof: Professor 6
18:50 - 20:30					
20:45 - 22:25					

Figura 58 – Solução exportada para planilha.

## 4.10 Configurações

Por fim, a [Figura 59](#) representa a tela das Configurações. É ideal que o usuário que decida modificar essa tela tenha em mente as necessidades da sua instituição. Nessa tela conseguimos definir os pesos de todas as restrições presentes no sistema, dando mais ênfase ou tirando a importância de determinada restrição. A [Figura 59](#) trás as configurações padrão da aplicação e adotadas para resolver os horários do DECSI.

OpTables

ICEA 21.1 PT-BR Verônica Nardy Paiva

←

Configurações

Peso Número de Dias Letivos dos Professores

1

Peso Janela Ociosa dos Professores

1

Peso Horários Indesejados dos Professores

1

Peso Padrões Indesejados dos Professores

1

Peso Carga-Horária dos Professores

1

Peso Conflitos dos Professores

1

Peso Carga de Trabalho Diária dos Professores

1

Peso Horários Indisponíveis dos Professores

100

Peso Máxima Disciplinas Diferentes dos Professores

1

Peso Janela Ociosa das Turmas

100

Peso Conflitos das Turmas

100

Peso Carga de Trabalho Diária das Turmas

100

Peso Horários Indisponíveis das Turmas

100

Peso Alocação Professor-Disciplina

1

Peso Intervalo de Dias entre Aulas

1

Peso Horário Pré-Definidos das Disciplinas

100

Peso Eventos Simultâneos

100

Peso Disciplina Não Simultâneas

100

Peso Disciplinas Ocorrer Antes de

100

Salvar

Figura 59 – Configurações de uma instância.

## 5 Conclusão

Este trabalho demonstrou o desenvolvimento de um sistema *web* para a programação de horários educacionais de uma instituição. Com base no trabalho desenvolvido pode-se concluir que é possível implementar um sistema que se integre satisfatoriamente a um *software* de otimização para o problema de *timetabling* desenvolvida em outra linguagem (*Python*), não necessitando de ferramentas complexas ou caras a nível de desempenho para realizar essa ponte entre as duas aplicações.

O *OpTables* se torna uma opção promissora para *softwares* que propõem a solução deste tipo de problema, apresentando resultados bons ou ótimos em suas soluções. Além disso, há ferramentas que facilitam a entrada de informações e que podem ser extremamente úteis para evitar que usuários repetitivamente tenham que gastar horas criando cenários.

As instâncias permitem que um usuário consiga acessar diversas soluções diferentes, podendo uma ser baseada na outra ou não. Com a ajuda da importação, o *OpTables* é flexível quando se trata de entrada de dados, entendendo que podem haver casos onde o cenário possa ser muito grande, tornando cansativa a digitação de formulários. No entanto, a prática de escrever automaticamente do *clipboard* pode ser considerada como insegura por alguns navegadores e não é totalmente funcional em todos eles. O navegador *Edge* não apresentou problemas quanto a isso, o navegador *Google Chrome* necessitou de uma autorização do usuário para a aplicação acessar o seu *clipboard* e para essa ferramenta funcionar corretamente no *Mozilla* é necessário fazer o *download* de uma extensão.

Há também flexibilidade nas restrições, o usuário apenas utiliza uma restrição quando ele quer ou necessita, além de ter a liberdade de definir os pesos de cada uma de acordo com as suas necessidades.

O *OpTables* busca como o seu diferencial conseguir lidar com situações complexas e com o máximo de cenários possíveis, porém ao mesmo tempo o *OpTables* busca manter a objetividade, simplicidade e acessibilidade, tornando possível que os mais diversos usuários consigam criar as suas soluções. Por fim, conclui-se que os objetivos do trabalho foram alcançados, resultando em um aplicativo *web* extremamente promissor em sua área de atuação.

Os trabalhos futuros podem incluir:

- Outras opções para importação;
- Criar uma ferramenta que permite o usuário manualmente modificar um horário de lugar na tela de Soluções;

- 
- Criar ferramentas que facilitem ainda mais o preenchimento de dados;
  - Criar uma ferramenta que exporte singularmente cada Entidade, afim de permitir o usuário utilizar essas exportações para importar em outras instâncias;
  - Melhorar a responsividade da aplicação.
  - Explorar algoritmos ainda mais eficientes para resolver o problema de *timetabling* abordado na aplicação.

# Referências

- ASC. *ASCTIMETABLES*. 2021. Disponível em: <[https://www.asctimetables.com/timetables\\_pt.html#!/home](https://www.asctimetables.com/timetables_pt.html#!/home)>. Citado na página 28.
- BABAEI; KARIMPOUR; HADIDI. A survey of approaches for university course timetabling problem. 2015. Citado na página 15.
- BOOTSTRAP. *BOOTSTRAP*. 2021. Disponível em: <<https://getbootstrap.com/>>. Citado na página 35.
- DASKALAKI, B.; HOUSOS. An integer programming formulation for a case study in university timetabling. 2004. Citado na página 15.
- FET. *FET*. 2021. Disponível em: <<https://lalescu.ro/liviu/fet/>>. Citado na página 33.
- FONSECA; MAFIA. Um algoritmo heurístico aplicado ao problema de programação de horários universitários do decsi/ufop. 2020. Citado 3 vezes nas páginas 15, 16 e 26.
- GITHUB. *GITHUB*. 2021. Disponível em: <<https://github.com/>>. Citado na página 35.
- LARAVEL. *LARAVEL*. 2021. Disponível em: <<https://laravel.com/>>. Citado na página 35.
- MYSQL. *MYSQL*. 2021. Disponível em: <<https://www.mysql.com/>>. Citado na página 35.
- SCHAERF. A survey of automated timetabling. 1999. Citado na página 15.
- UNITIME. *UNITIME*. 2021. Disponível em: <<https://www.unitime.org/>>. Citado na página 31.

## Apêndices

# APÊNDICE A – Requisitos funcionais

## A.1 Usuários

Tabela 6 – Requisitos funcionais dos usuários.

Requisito	Descrição
Cadastrar Usuários	O sistema deve permitir a inclusão de novos usuários utilizando nome, <i>e-mail</i> e senha.
Alterar Usuários	O sistema deve permitir o usuário modificar as suas informações.

Fonte: Elaborado pela autora

## A.2 Instâncias

Tabela 7 – Requisitos funcionais das instâncias.

Requisito	Descrição
Cadastrar Instâncias	O sistema deve permitir o usuário cadastrar instâncias. Cada instância criada deve já vir com as configurações de pesos e restrições pré-definidas.
Copiar Instâncias	O sistema deve permitir o usuário copiar uma instância já criada, facilitando assim o preenchimento dos dados e deixando a geração de um resultado mais rápida. As configurações de peso e restrições também serão copiadas.
Consultar Instâncias	O sistema deve disponibilizar para o usuário todas as suas instâncias e as informações delas.
Alterar Instâncias	O sistema deve permitir o usuário modificar o nome de uma instância. Porém uma instância de um mesmo usuário não pode ter nomes iguais.
Excluir Instâncias	O sistema deve permitir o usuário excluir as suas instâncias.

Fonte: Elaborado pela autora



## A.3 Horários

Tabela 8 – Requisitos funcionais dos horários.

Requisito	Descrição
Cadastrar Horários	O sistema deve permitir o usuário cadastrar os horários da sua instituição, todos os dias e horas de aulas do mesmo.
Consultar Horários	O sistema deve disponibilizar para o usuário todos os horários da sua instância atual e as informações deles.
Alterar Horários	O sistema deve permitir o usuário modificar qualquer dia ou hora dos seus Horários.
Excluir Horários	O sistema deve permitir o usuário excluir os horários da sua instância atual, seja apenas um horário ou apenas um dia.

Fonte: Elaborado pela autora

## A.4 Professores

Tabela 9 – Requisitos funcionais dos professores.

Requisito	Descrição
Cadastrar Professores	O sistema deve permitir o usuário cadastrar professores.
Copiar Professores	O sistema deve permitir o usuário copiar um professor já criado, facilitando assim o preenchimento dos dados e deixando a geração de um resultado mais rápida.
Importar Professores	O sistema deve permitir a importação de professores, essa importação será feita diretamente pelo <i>clipboard</i> e facilitará a inclusão de muitos professores de uma vez, essa importação deve ser feita com todas as validações de um cadastro normal.
Consultar Professores	O sistema deve disponibilizar para o usuário todos os professores da sua instância atual e as informações deles, bem como todas as suas restrições e preferências.
Alterar Professores	O sistema deve permitir o usuário modificar informações sobre qualquer professor da sua instância atual.
Excluir Professores	O sistema deve permitir o usuário excluir os seus professores cadastrados.

Fonte: Elaborado pela autora

## A.5 Turmas

Tabela 10 – Requisitos funcionais das turmas.

Requisito	Descrição
Cadastrar Turmas	O sistema deve permitir o usuário cadastrar turmas.
Copiar Turmas	O sistema deve permitir o usuário copiar uma turma já criada, facilitando assim o preenchimento dos dados e deixando a geração de um resultado mais rápida.
Importar Turmas	O sistema deve permitir a importação de turmas, essa importação será feita diretamente pelo <i>clipboard</i> e facilitará a inclusão de muitas turmas de uma vez, essa importação deve ser feita com todas as validações de um cadastro normal.
Consultar Turmas	O sistema deve disponibilizar para o usuário todas as turmas da sua instância atual e as informações delas, bem como todas as restrições definidas para cada turma.
Alterar Turmas	O sistema deve permitir o usuário modificar informações sobre qualquer turma da sua instância atual.
Excluir Turmas	O sistema deve permitir o usuário excluir as suas turmas cadastradas.

Fonte: Elaborado pela autora

## A.6 Disciplinas

Tabela 11 – Requisitos funcionais das disciplinas.

Requisito	Descrição
Cadastrar Disciplinas	O sistema deve permitir o usuário cadastrar disciplinas.
Copiar Disciplinas	O sistema deve permitir o usuário copiar uma disciplina já criada, facilitando assim o preenchimento dos dados e deixando a geração de um resultado mais rápida.
Importar Disciplinas	O sistema deve permitir a importação de disciplinas, essa importação será feita diretamente pelo <i>clipboard</i> e facilitará a inclusão de muitas turmas de uma vez, essa importação deve ser feita com todas as validações de um cadastro normal.
Consultar Disciplinas	O sistema deve disponibilizar para o usuário todas as disciplinas da sua instância atual e as informações delas, bem como todas as restrições definidas para cada disciplina.
Alterar Disciplinas	O sistema deve permitir o usuário modificar informações sobre qualquer disciplina da sua instância atual.
Excluir Disciplinas	O sistema deve permitir o usuário excluir as suas disciplinas cadastradas.

Fonte: Elaborado pela autora

## A.7 Configurações

Tabela 12 – Requisitos funcionais das configurações.

Requisito	Descrição
Consultar Configurações	O sistema deve disponibilizar para o usuário as configurações de peso da sua instância atual e as informações delas.
Alterar Configurações	Como as configurações já vem pré-estabelecidas no momento da criação de uma nova instância, o sistema deve permitir o usuário modificar as informações de configurações de peso.

Fonte: Elaborado pela autora

## A.8 Soluções e Exportação

Tabela 13 – Requisitos funcionais das soluções e exportação.

Requisito	Descrição
Exportar Relatório	O sistema deve permitir que o usuário exporte a sua solução criada para <a href="#">PDF</a> e/ou para planilha.

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE B – Casos de uso

### B.1 Caso de uso: Controlar Instâncias

**Objetivos:** Permitir a pesquisa, cadastro, alteração, exclusão e cópia de instâncias.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema.

- **Pesquisar instâncias:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias.

- **Registrar instância:**

1. O usuário clica no botão referente a registrar uma instância;
2. O sistema disponibiliza uma modal com o campo "Nome da instância" vazio;
3. Usuário digita o nome escolhido para a instância;
4. O usuário clica em "Registrar";
5. O nome é validado;
6. O usuário é redirecionado para o menu com uma mensagem de sucesso.

- **Copiar instância:**

1. O usuário clica no botão referente a copiar a instância que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza uma modal com o campo "Nome da instância" vazio;
3. Usuário digita o nome escolhido para a instância;
4. O usuário clica em "Criar cópia";
5. O nome é validado;
6. O usuário é redirecionado para o menu com uma mensagem de sucesso.

- **Editar instância:**

1. O usuário clica no botão referente a editar a instância que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza uma modal com o campo "Nome da instância" preenchido com o nome atual;
3. Usuário digita o nome escolhido para a instância;
4. O usuário clica em "Salvar Alterações";
5. O nome é validado;
6. O usuário é redirecionado para a tela referente as instâncias com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir instância:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir a instância que ele deseja;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A instância é excluída;
5. O usuário é redirecionado para a tela referente as instâncias com uma mensagem de sucesso.

- **Exceções:**

1. O usuário não tem instâncias registradas;
  - a) Será disponibilizada uma tela um pouco diferente onde o campo de "Nome da instância" e o botão de registrar uma nova instância esteja em evidência.
2. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto o campo "Nome da instância" repetido, com caracteres inválidos ou está vazio;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido.

## B.2 Caso de uso: Controlar Horários

**Objetivos:** Permitir a pesquisa, cadastro, alteração e exclusão de horários.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema e ele deve ter selecionado uma instância.

- **Pesquisar Horários:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias;
3. O usuário clica na instância escolhida;
4. O sistema o redireciona para o menu;
5. O usuário clica no botão referente aos Horários;
6. O sistema o redireciona a tela;
7. O usuário visualiza todos os horários e dias cadastrados na instância.

- **Registrar Horários:**

1. O usuário escreve as informações nos campos referentes aos dias letivos e inclui horários na tabela referente as horas;
2. O usuário clica em "Salvar Alterações";
3. O sistema valida as informações digitadas;
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Editar Horários:**

1. O usuário substitui e escreve novas informações nos campos referentes aos dias letivos e exclui e inclui horários na tabela referente as horas;
2. O usuário clica em "Salvar Alterações";
3. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir Horários:**

1. O usuário clica no botão "Excluir Horários";

2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Exceções:**

1. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto o campo referente aos dias letivos é repetido, com caracteres inválidos ou está vazio;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido

## B.3 Caso de uso: Controlar Professores

**Objetivos:** Permitir a pesquisa, cadastro, alteração, importação, exclusão e cópia de professores.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema e ele deve ter selecionado uma instância.

- **Pesquisar Professores:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias;
3. O usuário clica na instância escolhida;
4. O sistema o redireciona para o menu;
5. O usuário clica no botão referente aos professores;
6. O sistema o redireciona a tela;
7. O usuário visualiza todos os professores cadastrados na instância.

- **Registrar Professor:**

1. O usuário clica no botão "Registrar";
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário do professor;
3. O usuário preenche o formulário com as informações desejadas;

4. O usuário clica em "Registrar";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Copiar Professor:**

1. O usuário clica no botão referente a copiar o professor que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário do professor, essa tela está quase toda preenchida com base no professor copiado, apenas os campos "Nome" e "Sigla" precisam ser preenchidos;
3. O usuário preenche o formulário com as informações desejadas;
4. O usuário clica em "Registrar";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Editar Professor:**

1. O usuário clica no botão referente a editar o professor que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário do professor, essa tela está toda preenchida com as informações do professor;
3. O usuário modifica as informações do formulário;
4. O usuário clica em "Salvar Alterações";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Importar Professores:**

1. O usuário acessa a sua planilha com os professores que ele deseja inserir e os copia para o *clipboard*;
2. O usuário clica no botão "Importar";
3. Uma modal é aberta e automaticamente uma tabela é criada com os dados da planilha que o usuário copiou para seu *clipboard*;



4. O usuário clica em "Importar";
5. Uma segunda modal é aberta contendo um relatório dos novos professores que o usuário está importando;
6. O usuário clica em "Confirmar importação";
7. Os novos professores são validados;
8. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir Professor:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir o professor que ele deseja;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir todos Professores:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir os professores;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Exceções:**

1. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto algum campo do formulário contém caracteres inválidos ou está vazio;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido.
2. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto o nome inserido para o professor já existe;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido.

3. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto o campo de Mínimo de Dias Letivos tem um valor maior que o Máximo de Dias Letivos;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido.
4. Os dados de importação não apresentam os nomes dos professores ou possuem apenas nomes repetidos ou com caracteres inválidos;
  - a) O Sistema exibe uma modal com uma mensagem de erro.
  - b) A importação não é possível.
5. Outros campos da importação são vazios ou inválidos;
  - a) O Sistema exibe uma modal com uma série de *warnings*.
  - b) A importação é possível, porém os campos inválidos/vazios serão substituídos por valores padrão.

## B.4 Caso de Uso: Controlar Turmas

**Objetivos:** Permitir a pesquisa, cadastro, alteração, importação, exclusão e cópia de turmas.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema e ele deve ter selecionado uma instância.

- **Pesquisar Turmas:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias;
3. O usuário clica na instância escolhida;
4. O sistema o redireciona para o menu;
5. O usuário clica no botão referente as turmas;
6. O sistema o redireciona a tela;
7. O usuário visualiza todas as turmas cadastradas na instância.

- **Registrar Turma:**

1. O usuário clica no botão "Registrar";

2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário da turma;
3. O usuário preenche o formulário com as informações desejadas;
4. O usuário clica em "Registrar";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Copiar Turma:**

1. O usuário clica no botão referente a copiar a turma que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário da turma, essa tela está quase toda preenchida com base na turma copiada, apenas os campos "Nome" e "Sigla" precisam ser preenchidos;
3. O usuário preenche o formulário com as informações desejadas;
4. O usuário clica em "Registrar";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Editar Turma:**

1. O usuário clica no botão referente a editar a turma que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário da turma, essa tela está toda preenchida com as informações da turma;
3. O usuário modifica as informações do formulário;
4. O usuário clica em "Salvar Alterações";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Importar Turmas:**

1. O usuário acessa a sua planilha com as turmas que ele deseja inserir e as copia para o *clipboard*;

2. O usuário clica no botão "Importar";
3. Uma modal é aberta e automaticamente uma tabela é criada com os dados da planilha que o usuário copiou para seu *clipboard*;
4. O usuário clica em "Importar";
5. Uma segunda modal é aberta contendo um relatório das novas turmas que o usuário está importando;
6. O usuário clica em "Confirmar importação";
7. As novas turmas são validadas;
8. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir Turma:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir a turma que ele deseja;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir todas Turmas:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir as turmas;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Exceções:**

1. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto algum campo do formulário contém caracteres inválidos ou está vazio;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido.
2. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto o nome inserido para a turma já existe;

- a) O Sistema exibe uma mensagem de erro;
  - b) O *submit* é interrompido.
3. Os dados de importação não apresentam os nomes das turmas ou possuem apenas nomes repetidos ou com caracteres inválidos;
- a) O Sistema exibe uma modal com uma mensagem de erro.
  - b) A importação não é possível.
4. Outros campos da importação são vazios ou inválidos;
- a) O Sistema exibe uma modal com uma série de *warnings*.
  - b) A importação é possível, porém os campos inválidos/vazios serão substituídos por valores padrão.

## B.5 Caso de Uso: Controlar Disciplinas

**Objetivos:** Permitir a pesquisa, cadastro, alteração, importação, exclusão e cópia de disciplinas.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema e ele deve ter selecionado uma instância.

- **Pesquisar Disciplinas:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias;
3. O usuário clica na instância escolhida;
4. O sistema o redireciona para o menu;
5. O usuário clica no botão referente as disciplinas;
6. O sistema o redireciona a tela;
7. O usuário visualiza todas as disciplinas cadastradas na instância.

- **Registrar Disciplina:**

1. O usuário clica no botão "Registrar";
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário da disciplin;

3. O usuário preenche o formulário com as informações desejadas;
4. O usuário clica em "Registrar";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Copiar Disciplina:**

1. O usuário clica no botão referente a copiar a disciplina que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário da disciplina, essa tela está quase toda preenchida com base na disciplina copiada, apenas os campos "Assunto" e "Sigla" precisam ser preenchidos;
3. O usuário preenche o formulário com as informações desejadas;
4. O usuário clica em "Registrar";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Editar Disciplina:**

1. O usuário clica no botão referente a editar a disciplina que ele deseja;
2. O sistema disponibiliza outra tela referente ao formulário da disciplina, essa tela está toda preenchida com as informações da disciplina;
3. O usuário modifica as informações do formulário;
4. O usuário clica em "Salvar Alterações";
5. O formulário é validado;
6. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Importar Disciplinas:**

1. O usuário acessa a sua planilha com as disciplinas que ele deseja inserir e as copia para o *clipboard*;
2. O usuário clica no botão "Importar";

3. Uma modal é aberta e automaticamente uma tabela é criada com os dados da planilha que o usuário copiou para seu *clipboard*;
4. O usuário clica em "Importar";
5. Uma segunda modal é aberta contendo um relatório das novas disciplinas que o usuário está importando;
6. O usuário clica em "Confirmar importação";
7. As novas disciplinas são validadas;
8. O sistema redireciona para a tela anterior com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir Disciplina:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir a disciplina que ele deseja;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Excluir todas Disciplinas:**

1. O usuário clica no botão referente a excluir as disciplinas;
2. Aparecerá uma confirmação;
3. O usuário clica em "OK";
4. A tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.

- **Exceções:**

1. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto algum campo do formulário contém caracteres inválidos ou está vazio;
  - a) O Sistema exibe uma mensagem de erro.
  - b) O *submit* é interrompido.
2. O comando de *submit* do formulário é acionado enquanto o assunto inserido para a disciplina na turma escolhida já existe;

- a) O Sistema exibe uma mensagem de erro;
  - b) O *submit* é interrompido.
3. Os dados de importação não apresentam os assuntos, professores compatíveis e turmas das disciplinas ou possuem apenas assuntos da mesma turma repetidos ou com caracteres inválidos;
- a) O Sistema exibe uma modal com uma mensagem de erro.
  - b) A importação não é possível.
4. Outros campos da importação são vazios ou inválidos;
- a) O Sistema exibe uma modal com uma série de *warnings*.
  - b) A importação é possível, porém os campos inválidos/vazios serão substituídos por valores padrão.

## B.6 Casos de Uso: Definir Configurações

**Objetivos:** Permitir a alteração de configurações.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema e ele deve ter selecionado uma instância.

- **Pesquisar Configurações:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias;
3. O usuário clica na instância escolhida;
4. O sistema o redireciona para o menu;
5. O usuário clica no botão referente as configurações;
6. O sistema o redireciona a tela;
7. O usuário visualiza todas as configurações cadastradas na instância, não há *inputs* textuais, apenas inputs do tipo *range*, o que facilita muito a validação dos dados.

- **Editar Configurações:**

1. O usuário modifica os *ranges* que referenciam as informações do formulário e clica em "Salvar Alterações";
2. O formulário é validado e a tela é atualizada com uma mensagem de sucesso.



## B.7 Casos de Uso: Gerar Relatórios

**Objetivos:** Permitir a exportação da solução.

**Pré-condições:** O ator deve possuir o login e senha de acesso autenticados pelo sistema e ele deve ter selecionado uma instância.

- **Editar Configurações:**

1. O usuário efetua *login* no sistema;
2. O sistema exibe a tela referente as instâncias;
3. O usuário clica na instância escolhida;
4. O sistema o redireciona para o menu;
5. O usuário clica no botão referente as soluções;
6. O sistema o redireciona a tela;
7. O usuário clica em "Exportar PDF" ou "Exportar XLSX";
8. A tela carrega por alguns instantes e realiza o *download* da solução a partir da extensão escolhida.

- **Exceções:**

1. Não existe solução pronta;
  - a) O Sistema exibe uma tela diferente, onde o botão de "Gerar Solução" é colocado em evidência.
  - b) Os botões de exportação não aparecem.