

SUMÁRIO

1	MARCO TEÓRICO	2
1.1	Definição de termos	2
1.2	Métodos de resolução	3
1.3	Desafios recorrentes	6
1.4	<i>Timetabling</i> na UENF	6
1.4.1	Sânya Carvalho dos Santos	6
1.4.2	Ricardo Couto da Silveira	7
1.4.3	LECIV	7
1.5	Exemplo de erros humanos	8
	REFERÊNCIAS	11

1 MARCO TEÓRICO

Antes de prosseguirmos com o desenrolar deste trabalho, é adequado que primeiro definamos alguns parâmetros para o melhor entendimento do que está por vir.

1.1 Definição de termos

Ao longo dos anos de desenvolvimento acadêmico, diversos assuntos vão se aprofundando e se tornando mais específicos, assim, os estudiosos acabam cunhando novos termos que o auxiliam a desvencilhar as novas áreas específicas das suas áreas originárias. Porém, existe o potencial de que haja um crescimento desestruturado destes novos termos, assim vários termos diferentes podem se referir a um mesmo conceito, enquanto que um mesmo termo pode se referir a vários conceitos diferentes de acordo com o autor.

Segundo Wren (1996), podemos definir *timetable* como uma estrutura que mostra quando que eventos ocorrerão, não havendo necessariamente a alocação de recursos. Vale ressaltar que este termo não tem seu uso limitado para os fins desta pesquisa, sendo também usado para problemas de alocação de enfermeiros, esportes, funcionários e transportes (ARRATIA-MARTINEZ; PADRÓN; TORRES, 2021). Entretanto, neste trabalho, abordaremos principalmente os termos relacionados ao que pode ser chamado de *Educational Timetabling* (Ed-TT) (ALENCAR et al., 2019), que é o que tende a envolver um conjunto específico de recursos relacionados à educação.

Wren (1996) também define os conceitos para *class timetable*, *university examination timetable* e *university class timetable*, tendo relevância apenas o último, que considera a disponibilidade de professores e salas, a quantidade de alunos e os requisitos que determinada disciplina exige.

Assim como feito por Wren (1996), definiremos os conceitos dos termos que serão usados ao longo deste trabalho. Sendo assim, usaremos a definição do termo *university class timetable* de forma simplificada, sendo chamada apenas de *timetable*, “grade horária” ou “tabela horária”.

Aqui, visto que uma solução final envolverá várias dimensões (Professores \times Disciplinas \times Sala \times Alunos \times Horários \times Dias), consideraremos *timetable* como esse pacote de valores distribuídos em uma só estrutura. Para que esses valores sejam distribuídos, daremos o nome de **alocação** ao ato de criar qualquer relação entre as dimensões. Como a relação de horários e dias será considerada fixa, a **alocação** se referirá à atribuição como a de professores a disciplinas, disciplinas a salas, disciplinas a um determinado padrão de dias e horários, etc.

Para que esta alocação ocorra, é necessário atender a certos critérios, e aí entra o “problema de organização de grade horária”, também chamado de *timetabling problem*. Esta é uma subcategoria do **problema de agendamento** (*scheduling Optimization Problem*) (ALENCAR et al., 2019) que por sua vez é definido por Wren (1996) como sendo:

Resolver problemas práticos relacionados à alocação, sujeito a restrições, de recursos a objetos sendo colocados no espaço-tempo, usando ou desenvolvendo quaisquer ferramentas que possam ser apropriadas. Os problemas irão frequentemente se relacionar à satisfação de certos objetivos.

Outro termo relevante a se pontuar são as *hard and soft constraints* que podemos chamar de restrições rígidas e flexíveis. Alencar et al. (2019) as define dizendo que as restrições rígidas são de atendimento obrigatório, enquanto as restrições flexíveis são opcionais, mas convenientes para melhorar a qualidade da solução obtida.

Exemplo de restrição rígida: nem professores nem alunos podem ser alocados simultaneamente a duas salas ou disciplinas simultaneamente. Uma solução que viole esta restrição se torna automaticamente inviável.

Exemplo de restrição flexível: professor J. prefere não dar aulas nas tardes de sexta-feira, e prefere dar aula nas manhãs da segunda-feira. Uma solução que viole esta restrição não se torna inviável, porém tende a ter menos valor neste critério do que uma solução que siga as preferências definidas.

Alguns outros termos similares a este campo de pesquisa encontrados na literatura são *periodic event scheduling problem*, *timetable scheduling*, *class scheduling*, *student scheduling*, *university course timetabling*, dentre outros.

1.2 Métodos de resolução

Existem diversas implementações já realizadas, utilizando uma miríade de métodos. Em seu trabalho, Miranda, Rey e Robles (2012) informam sobre diversos sistemas baseados em computador para auxiliar na tarefa de agendamento. Miranda, Rey e Robles (2012) também citam um dos métodos de resolução como sendo o **modelo de programação inteira e heurísticas**.

Outros trabalhos buscaram condensar em forma de tabela as informações encontradas. Abaixo estão dispostas algumas das tabelas encontradas durante o estudo bibliográfico e que foram elaboradas por diversos autores.

Na Figura 1.1, Poulsen e Bandeira (2012) traça a relação entre os diversos autores, ano de sua publicação e seu país de origem com os dados encontrados em seus trabalhos quanto aos parâmetros utilizados na elaboração da grade horária, quão grandes eram cada

um de seus parâmetros, quanto tempo foi necessário para achar uma solução e quais foram as técnicas utilizadas.

Figura 1.1 – Resumo de trabalhos, parâmetros, dimensões, tempo e técnicas.

			Parâmetros				Dimensões					Técnica									
			Turmas	Disciplinas	Professores	Locais de aula	Turmas	Professores	Locais de aula	Aulas	Tempo	MIP	Heurísticas	TS	GA	GRASP	SA	CLP	NN	Outras	
Autores	Ano	País																			
1	Gotlieb	1962	Canadá	✓				111	93	107	NI	NI	✓								
2	Lawrie	1969	Inglaterra	✓	✓	✓		NI	74		NI	NI	✓								
3	De Werra	1970	Canadá	✓	✓	✓		48	84		NI	50 min*		✓							
4	Gans	1981	Holanda	✓	✓	✓	✓	NI	NI	NI	NI	NI		✓							
5	Abramson	1991	Austrália	✓		✓	✓	101	37	24	3030	14 h						✓			
6	Alvarez-Valdes <i>et al</i>	1996	Espanha	✓		✓	✓	26	60	NI	1100	NI			✓						
7	Wright	1996	Inglaterra	✓	✓	✓		NI	80		NI	NI			✓						
8	Birbas <i>et al.</i>	1997	Grécia	✓	✓	✓		21	46		721	NI	✓								
9	Colomi <i>et al.</i>	1998	Itália	✓	✓	✓		10	24		300	8 h			✓	✓		✓			
10	Schaerf	1999b	Itália	✓		✓		38	61		1368	4,5 h			✓						
11	Smith <i>et al.</i>	2003	Austrália	✓		✓	✓	8	8	8	240	7,2 min								✓	
12	Valouxis; Housos	2003	Grécia	✓	✓	✓		9	23		315	1 h							✓		
13	Carrasco; Pato	2004	Portugal	✓		✓	✓	92	107	27	626	8,6 min								✓	
14	Santos; Ochi; Souza	2004	Brasil	✓		✓		20	33		500	NI			✓						
15	Moura <i>et al.</i>	2004	Brasil	✓		✓		NI	NI		NI	4 min			✓	✓	✓				✓
16	Avella <i>et al.</i>	2007	Itália	✓		✓		43	82		1548	20 min						✓			✓
17	Marte	2007	Alemanha	✓		✓	✓	**	91	NI	1157	NI							✓		
18	Jacobsen <i>et al.</i>	2007	Alemanha	✓		✓	✓	**	91	NI	1157	100 s			✓				✓		
19	Santos; Souza	2007	Brasil	✓		✓		20	33		NI	NI	✓	✓	✓	✓		✓			✓
20	Belingiannis <i>et al.</i>	2008	Grécia	✓	✓	✓		13	35		455	45 min				✓					
21	Birbas <i>et al.</i>	2008	Grécia	✓	✓	✓		21	48	NI	404	4 min	✓								
22	Belingiannis <i>et al.</i>	2009	Grécia	✓	✓	✓		13	35		455	45 min				✓					
23	Zhang <i>et al.</i>	2010	***	✓	✓	✓		13	35		455	3,5 min						✓			

NI: Não Informado

* 5% não solucionado

** No modelo alemão, alunos - e não turmas - são alocados

*** Os autores são de diversos países. O estudo não aponta o país em que o modelo foi baseado

Fonte: Poulsen e Bandeira (2012)

Na Figura 1.2, Arratia-Martinez, Padrón e Torres (2021), apresentam uma comparação similar à anterior, porém não separada em categorias, apenas categorizando entre verdadeiro e falso algumas características como alocação de salas, professores, nível institucional e método exato ou inexato.

Na Figura 1.3, Alencar et al. (2019) exploram uma categoria mais específica do problema, que é a característica da interatividade das interfaces desenvolvidas. Este apresenta características qualitativas quanto aos métodos, os dados dispostos, as técnicas de interação e o método utilizado para solucionar o problema de grade horária educacional. Nesta figura, os autores usam “Y” para simbolizar “Sim”, “N” para “Não” e “-” para “Inconclusivo”.

Figura 1.2 – Comparação entre artigos que solucionam o problema de grade horária

A comparison of similar papers that solve the university timetabling problem.

Characteristics	MirHassani [2]	Dimopoulou and Miliotis [9]	Philips et al. [11]	Oladejo et al. [12]	Aladag and Hocaoglu [13]	Abuhamdah and Ayob [14]	Lu and Hao [15]	Abdullah et al. [19]	Chen and Shih [20]	Bolaji et al. [21]	Di Gaspero and Shaerf [25]	Qu and Burke [26]	Veenstra and Vis [27]	Lemos et al. [28]	Our work
Course timetabling	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Professor assignment	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	✓
Schedule	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
Classroom/ space assignment	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Department level	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	✓	✓
Institutional level	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—
Exact method	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓
Nonexact method	—	✓	—	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—

Fonte: Arratia-Martinez, Padrón e Torres (2021) - editado

Figura 1.3 – Análise de publicações aceitas

Analysis of the Accepted Publications. Some features are marked as [Y]es, [N]o or [—] for inconclusive.

Study Identification and Characterization			Interaction types by IV Technique(s)					Application and Solution Techn. Appl.	
Reference Identification	IV Method Applied	Displayed Data Elements by IV Method	OF	Constr.	Optimiz. Techn.	Manual Solution	Select Area	Applic.	Method(s) Used to Solve the Ed-TTP
Piechowiak and Kolski (2004)	2D-table and time chart.	timetable, resources x time.	N	Y	N	Y	N	Y	Manual with constraint-based reasoning.
Thomas et al. (2008)	Oriented cluster graph drawing.	classes and students enrolled.	—	Y	N	Y	N	N	Manual or by any automatic scheduler.
Thomas et al. (2009b)	Directed graph drawing, histogram, daisy chart, tree view	pre-processing data (raw input data).	N	N	N	N	Y	Y	There is no attempt to solve the problem, just processing/visualizing raw input data.
Thomas et al. (2009a)	2D-table, oriented cluster graph drawing, histogram and tree representation	timetable (complete) and pre-processing data (raw input data).	N	Y	N	N	Y	Y	Constraint Satisfaction Program.
Thomas et al. (2010b)	2D-table, graph drawing (2D, 3D).	timetable (complete), constraints and conflicts.	—	Y	N	Y	Y	Y	Constraint Satisfaction Program (in a constraints network, with backtracking) with user collaboration.
Thomas et al. (2010c)	2D-table, graph drawing (2D, 3D).	timetable (complete), constraints and conflicts.	—	Y	N	Y	Y	Y	Constraint Satisfaction Program (in a constraints network) with user collaboration.
Thomas et al. (2010a)	2D-table, graph drawing, tree representation	timetable (complete), constraints, conflicts.	N	Y	N	Y	Y	Y	Visual analysis heuristics and evolutionary algorithms.
Abdelraouf et al. (2011)	Undirected graph drawing (representing peoples, courses, ...)	timetable with day/time, graphs and text	N	Y	N	Y	N	Y	Constraint satisfaction problem solving.
Thomas et al. (2011)	Parallel coordinates (for uni/multi dimensional variables).	timetable (complete).	N	N	N	N	Y	Y	There is no resolution of the problem, just processing raw data.
Thomas et al. (2012)	2D-table, graph drawing (2D, 3D), parallel coordinates.	timetable (complete), constraints and conflicts.	—	Y	—	Y	—	Y	Manual and user-driven problem solving environment, with clashes reconciliation (AI Techniques).

Fonte: Alencar et al. (2019) - editado

1.3 Desafios recorrentes

Apesar da vasta quantidade de trabalhos realizados com este fim, o *Timetabling Problem* segue sendo uma área sem uma solução definitiva.

Murray, Müller e Rudová (2007) trazem a questão da modelagem como um dos maiores obstáculos. À medida em que a complexidade aumenta, se torna cada vez mais difícil desenvolver uma solução efetiva. Assim fazendo com que a solução para uma universidade possa não ter utilidade para outras, ou até mesmo não seja capaz de lidar com todos os problemas de uma mesma universidade.

Apesar do contrafluxo encontrado na resolução desse problema, Murray, Müller e Rudová (2007) citam que, apesar da complexidade, é sim possível desenvolver soluções que tenham uso prático, mesmo que não seja um processo fácil. As ferramentas existem e estão disponíveis. Restando então considerar e resolver as preocupações dos usuários às questões, visto que as técnicas de resolução já se encontram vastamente documentadas.

Com isso, entramos também no ramo da Interação Homem-Máquina, ramo abordado por Andre e Dinata (2018) que visaram em seu desenvolvimento a criação de uma interface focada no usuário. Assim minimizando o atrito na abordagem desse problema complexo. Também sendo área de enfoque de Alencar et al. (2019) em sua revisão literária

1.4 *Timetabling* na UENF

A instituição não se mostra desprovida de histórico na tentativa de resolução deste problema. Sânya e Ricardo, ambos estudantes de Ciência da Computação na UENF, já realizaram trabalhos com o mesmo fim, porém com abordagens diferentes da atual proposta. Em seus trabalhos, Santos (2013) e Silveira (2014) abordaram a criação de tabelas horárias através de métodos de otimização, utilizando heurísticas e meta-heurísticas para este fim. A seguir são descritos seus trabalhos anteriores e suas respectivas abordagens.

1.4.1 Sânya Carvalho dos Santos

Em seu trabalho, Santos (2013) aborda o problema de Programação de Horários de Disciplinas em Universidades, tendo como foco o curso de Ciência da Computação da UENF. Sua abordagem foi a de desenvolver um software que fosse capaz de gerar uma grade horária ótima para o curso, levando em conta as restrições impostas pelo curso. Para isso, Sânya explicou diversos métodos possíveis para se alcançar a solução desejada, passando inicialmente pelos métodos construtivos, seguido de métodos refinamento, podendo essas heurísticas serem utilizadas em conjunto com meta-heurísticas.

Por fim, utilizou uma heurística que consistia em respeitar a uma matriz de preferência para a distribuição das disciplinas. Seguindo com o uso do *Simulated Annealing*

para a otimização da solução inicial.

1.4.2 Ricardo Couto da Silveira

Em seu trabalho, Silveira (2014) aborda também o Problema de Programação de Horários (PPH) em instituições de ensino superior. Ele explora os diversos métodos heurísticos para resolução deste problema que visa encontrar a alocação ótima dos horários em suas grades. Ele teve como objetivo de seu trabalho a implementação de um software que fosse capaz de resolver o PPH do curso de Ciência da Computação da UENF, utilizando os métodos heurísticos Construção Gulosa e Busca Local e os métodos metaheurísticos *Simulated Annealing* e Busca Tabu. Para este fim, ele utilizou a linguagem de programação C para a implementação dos métodos e a linguagem de programação Java para a implementação da interface gráfica do software. Com isso conseguiu elaborar uma ferramenta automatizada para a geração de quadros de horários, alocando aulas e professores em dias e horários disponíveis na semana.

Ele descreve também como possibilidade de trabalho futuro o aperfeiçoamento do banco de dados da ferramenta desenvolvida para que se possa armazenar mais informações pertinentes ao problema, para que o usuário possa realizar modificações no quadro de horários, sendo guiado pelo retorno do Software que informa a viabilidade da alteração, assim gerando maior flexibilidade à aplicação.

1.4.3 LECIV

Através de pesquisas no site oficial da UENF¹, mais especificamente na página de horários do LECIV para 2017.2 e 2018.2 foram encontrados alguns PDFs que continha a grade horária do curso de Engenharia Civil para o período de 2017 e 2018. A Figura 1.4 ilustra a página referente às disciplinas do quarto período.

Quanto a análise desses documentos sobre esta grade algumas conclusões podem ser obtidas: 1. Esta forma de criação de grade foi mantida até no mínimo a data de 31/08/18 que consta no nome de um dos arquivos; 2. Foi utilizado o conceito de curva de nível com uma barra deslizante para visualizar a grade horária de cada período; 3. Com a legenda, entende-se que já se trabalhava com a ideia de maleabilidade de horários e também a ideia de alteração iterativa da grade; 4. Não se sabe ao certo se esta grade fora criada através de um software de criação de planilhas ou se foi criado através de um site.

Conclui-se então que esforços para se criar formas grades horárias intuitivas e maleáveis não estão limitados apenas ao curso de Ciência da Computação, também se estendendo a outros cursos da UENF.

¹ <https://uenf.br/portal>

Figura 1.4 – Grade horária do LECIV para 2017.2 e 2018.2

Horário - Engenharia Civil - 2017-02 e 2018-02 (vs.5.2)									
6º Período Civil					Disciplinas				
Horário	segunda	terça	quarta	quinta	sexta		Turma	Sala	Professor
7 - 8						1 - CIV01447	Saneamento e Engenharia Ambiental	A	Gustavo de Castro Xavier
8 - 9	CIV01331	CIV01436	CIV01434	CIV01329	CIV01436	2 - CIV01434	Concreto Armado I	A	Sergio Luis González Garcia
9 - 10	CIV01331	CIV01436	CIV01434	CIV01329	CIV01436	3 - CIV01436	Construção Civil	A	Jonas Alexandre
10 - 11	CIV01329	CIV01447	CIV01331	CIV01447	CIV01434	4 - CIV01433	Análise Estrutural III	A	Vania Jose Karam
11 - 12	CIV01329	CIV01447	CIV01331	CIV01447	CIV01434	5 - CIV01329	Mecânica dos Solos II	A	Fernando Saboya Albuquerque Junior
12 - 13	CIV01329		CIV01331		CIV01434	6 - CIV01331	Estradas e Pavimentação	A	Paulo César de Almeida Maia
13 - 14									
14 - 15									
15 - 16									
16 - 17		CIV01433		CIV01433					
17 - 18		CIV01433		CIV01433					
18 - 19									
19 - 20									
20 - 21									
21 - 22									

(*) Disciplinas sujeitas a mudanças de horários devido a disponibilidade de professores
 (***) Disciplinas cujas turmas e horários estão sendo definidos


Fonte: autor desconhecido. Disponível no site do LECIV². Acesso em: 07/05/2024.

1.5 Exemplo de erros humanos

Dada a grande quantidade de variáveis interconectadas e as características específicas de cada instituição (MIRANDA; REY; ROBLES, 2012), a organização destas informações buscando a melhor solução possível apresenta-se como um desafio. Principalmente se considerarmos que esta solução é, muitas vezes, buscada manualmente, estando também passível de erros humanos como ilustram a Figura 1.5 e Figura 1.6.

Nestas imagens, fica exemplificado um dos possíveis problemas que podem ocorrer durante a criação de grades horárias, que é, mesmo quando uma seção da universidade (o Sistema Acadêmico, ilustrado pela Figura 1.5) aloca uma turma a uma determinada sala, outra seção da mesma instituição (o Centro de Ciência e Tecnologia, ilustrado pela Figura 1.6) pode não estar ciente do mesmo, ou, mesmo estando ciente, pode acabar não delimitando aquela lacuna de tempo como ocupada, assim estando passível de uma segunda alocação naquele período de tempo naquela sala, assim gerando problemas.

Figura 1.5 – Disciplina atribuída no sistema acadêmico à determinada hora e local

 **Turma (Graduação)**

Dados Básicos

Código: EP

Disciplina: **PRO01122 - Metodologia Científica para Engenharia de Produção - HT: 68, HP: 0, HE: 0**

Calendário: 2023/1

Vagas: 30

Local: Sala 105/CCT

Máximo de faltas (horas): 17

Coordenador da turma: Manuel Antonio Molina Palma, D.Sc. (42528755)

Direcionamentos

Engenharia de Produção (Bacharelado / Presencial)

Ciência da Computação (Bacharelado / Presencial)

Horários

Dia	Horário inicial	Horário término
Terça	16:00	18:00
Quinta	16:00	18:00

Professores

Matrícula	Nome	Carga Horária
42528755	Manuel Antonio Molina Palma, D.Sc.	68

Fonte: autoria própria

Figura 1.6 – Falha de alocação na grade horária do CCT de 2023.1

SALA 105 Prédio do CCT -1º. Semestre 2023						
Capacidade: 35 alunos						
Horário	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
07:00 - 08:00						
08:00 - 09:00	Mecânica dos Solos I Prof. Tibana	Métodos Estatísticos para Engenharia Prof. Arica	Introdução à Computação Prof. Rivera	Métodos Estatísticos para Engenharia Prof. Arica	Fenômenos de Transporte Prof. Djalma	
09:00 - 10:00						
10:00 - 11:00		Fotoquímica, fotofísica e fotobiologia Prof. Sergio		TEG-Mecânica dos solos... Prof. Rodrigo	Geotecnia de Barragens de terra... Prof. Saboya	
11:00 - 12:00			Ética Profissional Profa. Maria Alves			
12:00 - 13:00						
13:00 - 14:00	Química Geral II Prof. Sergio					
14:00 - 15:00		Administração de Operações e serviços Prof. André	Química Geral II Prof. Nagipe	Administração de Operações e serviços Prof. André	Matemática Discreta Prof. Rafael	
15:00 - 16:00						
16:00 - 17:00	Física II Prof. Everton	Metodologia Cient. para Eng. De Produção Prof. Molina	Física II Prof. Everton			
17:00 - 18:00						
18:00 - 19:00	Cálculo I Profa. Ana Senna	Matemática Básica Prof. Thallis	Cálculo I Profa. Ana Senna	Cálculo I Profa. Ana Senna	Matemática Básica Prof. Thallis	
19:00 - 20:00						
20:00 - 21:00	Estratégias de Ensino III Prof. Roberto Faria	Mecânica Prof. Leonardo	Tópicos em Ciências, Ensino e Sociedade Prof.	Mecânica Prof. Leonardo		
21:00 - 22:00						
Legendas: PG=Pós-Graduação; LF=Licenciatura em Física; LM=Licenciatura em Matemática; LQ=Licenciatura em Química						

Fonte: autoria própria

REFERÊNCIAS

ALENCAR, W. de S. et al. Visualization methods for educational timetabling problems: A systematic review of literature. In: Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. Prague, Czech Republic: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2019. p. 275–281. ISBN 978-989-758-354-4. Disponível em: <https://doi.org/10.5220/0007375802750281>. Acesso em: 25/04/2024. Citado 5 vezes nas páginas 2, 3, 4, 5 e 6.

ANDRE, A.; DINATA, H. Interaction design to enhance ux of university timetable plotting system on mobile version. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, v. 407, n. 1, p. 012174, set. 2018. ISSN 1757-899X. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/407/1/012174>. Acesso em: 25/04/2024. Citado na página 6.

ARRATIA-MARTINEZ, N. M.; PADRÓN, C. M.; TORRES, P. A. Ávila. University course timetabling problem with professor assignment. Mathematical Problems in Engineering, v. 2021, p. 1–9, jan. 2021. ISSN 1563-5147, 1024-123X. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/6617177>. Acesso em: 25/04/2024. Citado 3 vezes nas páginas 2, 4 e 5.

MIRANDA, J.; REY, P. A.; ROBLES, J. M. udpskeder: A web architecture based decision support system for course and classroom scheduling. Decision Support Systems, v. 52, n. 2, p. 505–513, jan. 2012. ISSN 01679236. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2011.10.011>. Acesso em: 25/04/2024. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 8.

MURRAY, K.; MÜLLER, T.; RUDOVÁ, H. Modeling and solution of a complex university course timetabling problem. In: BURKE, E. K.; RUDOVÁ, H. (Ed.). Practice and Theory of Automated Timetabling VI. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. v. 3867, p. 189–209. ISBN 978-3-540-77344-3. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-77345-0_13. Acesso em: 25/04/2024. Citado na página 6.

POULSEN, C. J. B.; BANDEIRA, D. L. Desenvolvimento de um modelo para o school timetabling problem baseado na meta-heurística simulated annealing. Simulated Annealing, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/39522>. Acesso em: 25/04/2024. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

SANTOS, S. C. dos. Heurística para o problema da programação de horário: estudo de caso do curso de ciência da computação da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Tese de Bacharelado — Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, set. 2013. Citado na página 6.

SILVEIRA, R. C. da. Métodos heurísticos na resolução do Problema de Programação de Horários. Tese de Bacharelado — Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, dez. 2014. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 7.

WREN, A. Scheduling, timetabling and rostering — a special relationship? In: GOOS, G. et al. (Ed.). *Practice and Theory of Automated Timetabling*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1996, (Lecture Notes in Computer Science, v. 1153). p. 46–75. ISBN 978-3-540-61794-5 978-3-540-70682-3. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Disponível em: https://doi.org/10.1007/3-540-61794-9_51. Acesso em: 25/04/2024. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.