



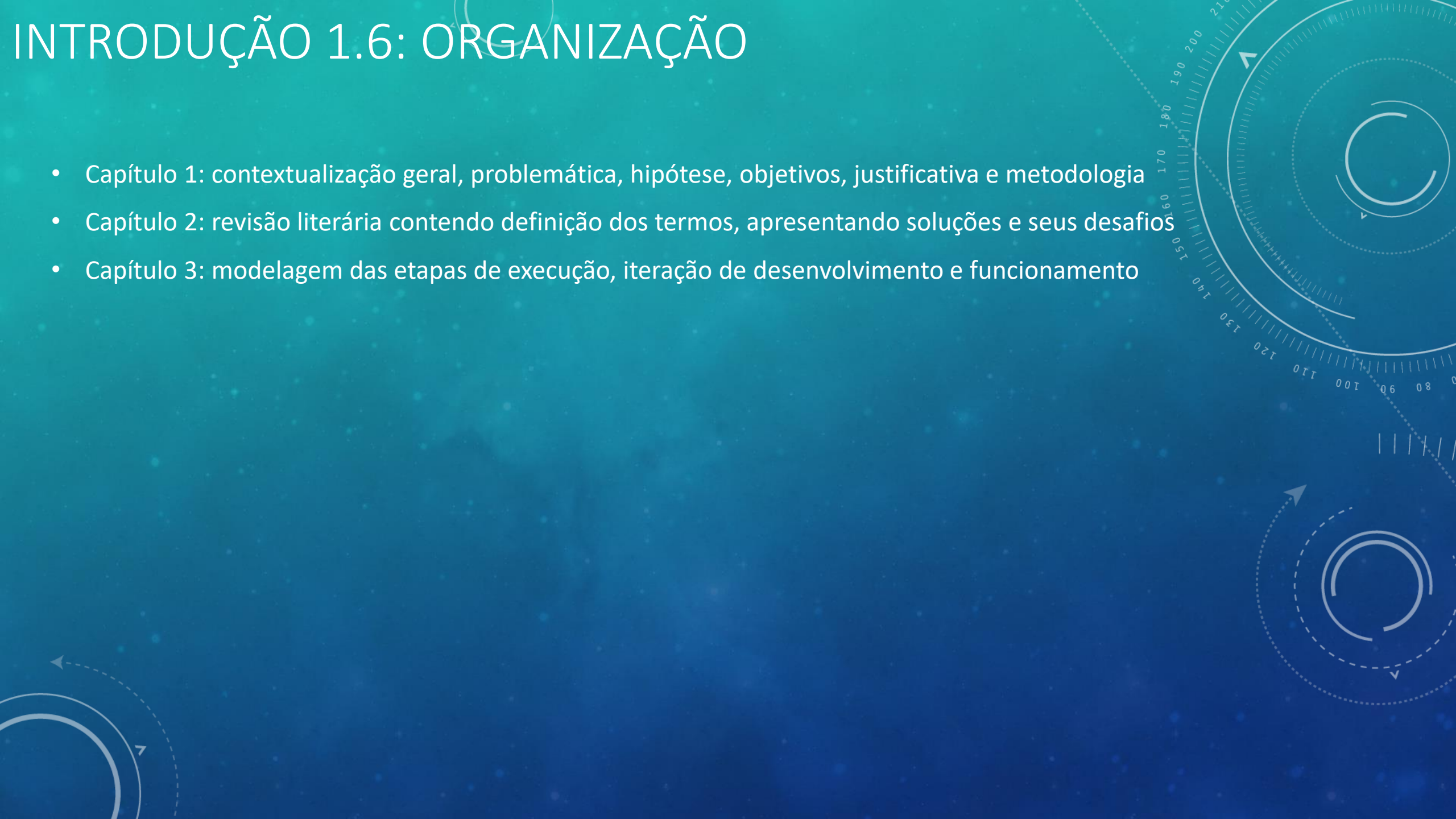
TIMETABLING PROBLEM

DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DECISÃO VOLTADO AO PROBLEMA DE ORGANIZAÇÃO DE GRADE HORÁRIA DO ENSINO SUPERIOR

JOÃO VÍTOR FERNANDES DIAS

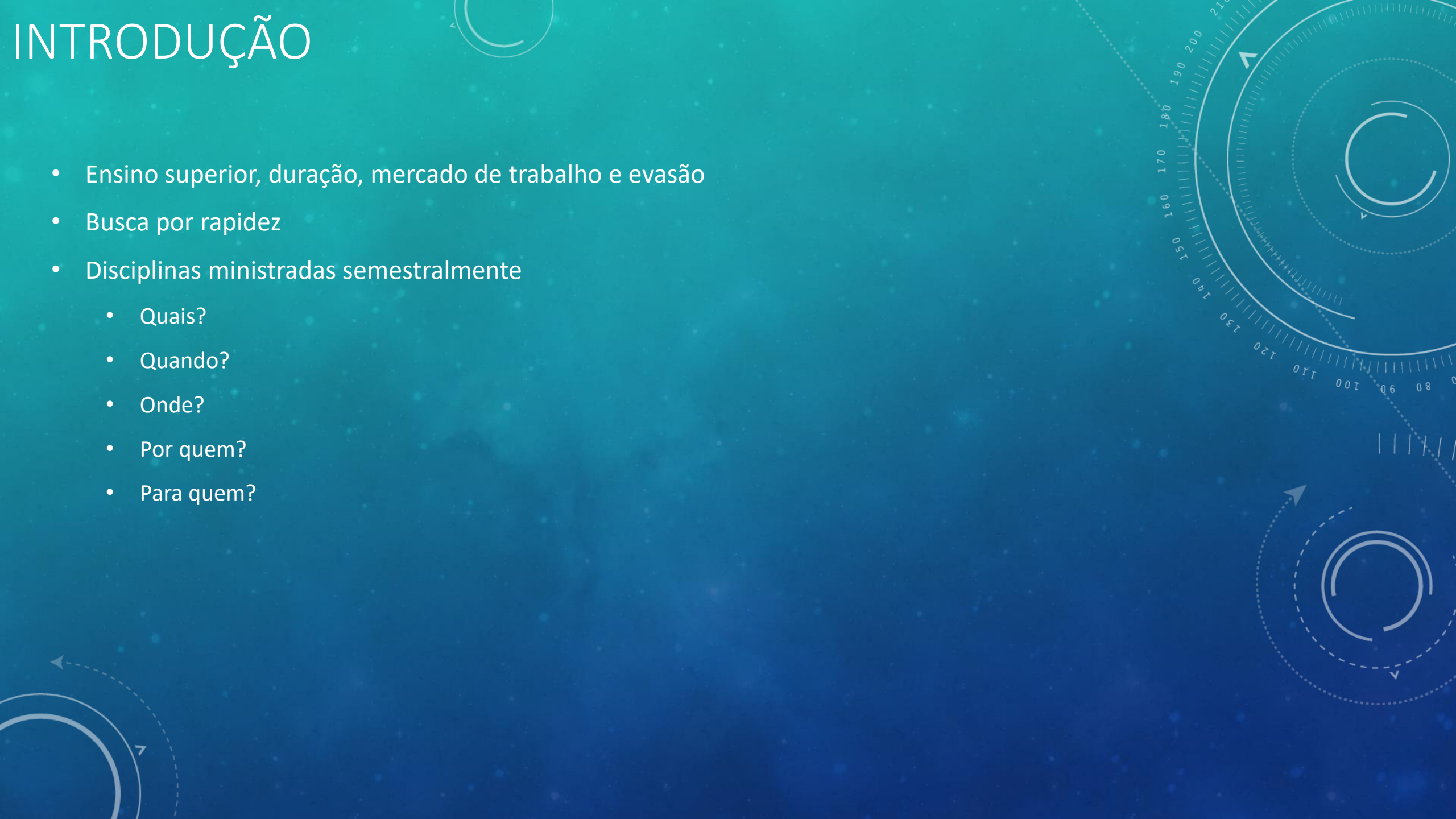
INTRODUÇÃO 1.6: ORGANIZAÇÃO

- Capítulo 1: contextualização geral, problemática, hipótese, objetivos, justificativa e metodologia
- Capítulo 2: revisão literária contendo definição dos termos, apresentando soluções e seus desafios
- Capítulo 3: modelagem das etapas de execução, iteração de desenvolvimento e funcionamento



INTRODUÇÃO

- Ensino superior, duração, mercado de trabalho e evasão
- Busca por rapidez
- Disciplinas ministradas semestralmente
 - Quais?
 - Quando?
 - Onde?
 - Por quem?
 - Para quem?



INTRODUÇÃO 1.1: PROBLEMÁTICAS

- Problema antigo (BARHAM; WESTWOOD, 1978)
- Problema atual: Esporte - International Timetabling Competition (ITC) (Van Bulck; GOOSSENS, 2023)
- Multidimensionalidade (THOMAS; KHADER; BELATON, 2009)
- Especificidades (MIRANDA; REY; ROBLES, 2012)
- Erros humanos (Figura 1)

Figura 1: disciplina não atribuída devidamente

SALA 105 Prédio do CCT -1º. Semestre 2023					
Capacidade: 35 alunos					
Horário	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	
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	
09:00 - 10:00		Fotoquímica, fotofísica e fotobiologia Prof. Sergio		TEG-Mecânica dos solos... Prof. Rodrigo	
10:00 - 11:00			Ética Profissional Prof. Maria Alves		
11:00 - 12:00					
12:00 - 13:00					
13:00 - 14:00	Química Geral II Prof. Sergio		Química Geral II Prof. Nagipe		
14:00 - 15:00		Administração de Operações e serviços Prof. André		Administração de Operações e serviços Prof. André	
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	
19:00 - 20:00					

INTRODUÇÃO

1.2: HIPÓTESE

1. Softwares atualmente existentes para solução de grade horária não apresentam completas capacidades de se moldar às instituições específicas
2. O software a ser desenvolvido trará uma solução plausível às exigências da instituição.

1.4: JUSTIFICATIVAS

- Sucessos prévios de artigos anteriores
- Problema existente
- Necessário força suficiente para se quebrar a inércia

1.3: OBJETIVOS

- Gerais
 - Encontrar soluções ótimas rapidamente
 - Redução no tempo gasto durante o processo
 - Redução de conflito entre disciplinas
 - Aumentar a satisfação do público alvo
- Específicos
 - Entender a parte organizacional do *timetabling* na UENF
 - Elicitação de requisitos
 - Modelagem do sistema de acordo com os requisitos
 - Incentivar o uso de uma ferramenta centralizada

INTRODUÇÃO 1.5: METODOLOGIA

- Superar especificidades
 - Pesquisa bibliográfica com foco nas abordagens qualitativas
 - Desenvolvimento de material de pesquisa
 - Pesquisa exploratória qualitativa
 - Elicitação de requisitos (BOURQUE; FAIRLEY, 2014)
- Modelagem conceitual do sistema
- Análise de softwares existentes de acordo com as regras organizacionais
 - Desenvolvimento do sistema de suporte à decisão para criação da grade horária
- Mensuração da satisfação dos *stakeholders* e aplicabilidade do software



CONTEXTO ACADÊMICO 2.1: DEFINIÇÃO DE TERMOS

- **Grade Horária (*timetable*)**: uma estrutura que mostra quando que eventos ocorrerão, não havendo necessariamente a alocação de recursos (WREN, 1996). Neste trabalho será considerado *timetable* como um pacote de valores (Professores x Disciplinas x Sala x Alunos x Horários x Dias) distribuídos em uma só estrutura.
- **Educational Timetabling (Ed-TT)**: conjunto de problemas de grade horária relacionadas à educação (ALENCAR et al., 2019a)
- **University Class Timetable**: grade horária que tem como recursos a se alocar a disponibilidade de professores e salas, a quantidade de alunos e os requisitos que determinada disciplina exige (WREN, 1996)
- **Alocação**: criar qualquer relação entre as dimensões.
- **Restrições rígidas e maleáveis (*hard and soft constraints*)**: rígidas são de atendimento obrigatório, enquanto as restrições maleáveis são opcionais, mas convenientes para melhorar a qualidade da solução obtida. (ALENCAR et al., 2019a)

CONTEXTO ACADÊMICO 2.2: MÉTODOS DE RESOLUÇÃO

Figura 2: resumo de trabalhos, parâmetros, dimensões, tempo e técnicas

	Autores	Ano	País	Parâmetros				Dimensões				Tempo	Técnica								
				Turmas	Disciplinas	Professores	Locais de aula	Turmas	Professores	Locais de aula	Aulas		MIP	Heurísticas	TS	GA	GRASP	SA	CLP	NN	Outras
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

CONTEXTO ACADÊMICO 2.2: MÉTODOS DE RESOLUÇÃO

Figura 3: 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]
Course timetabling	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Professor assignment	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	—
Schedule	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Classroom/ space assignment	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Department level	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—	✓	—	—	✓
Institutional level	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—
Exact method	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓
Nonexact method	—	✓	—	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

CONTEXTO ACADÊMICO 2.2: MÉTODOS DE RESOLUÇÃO

Figura 4: análise de publicações relacionadas à Visualização da Informação

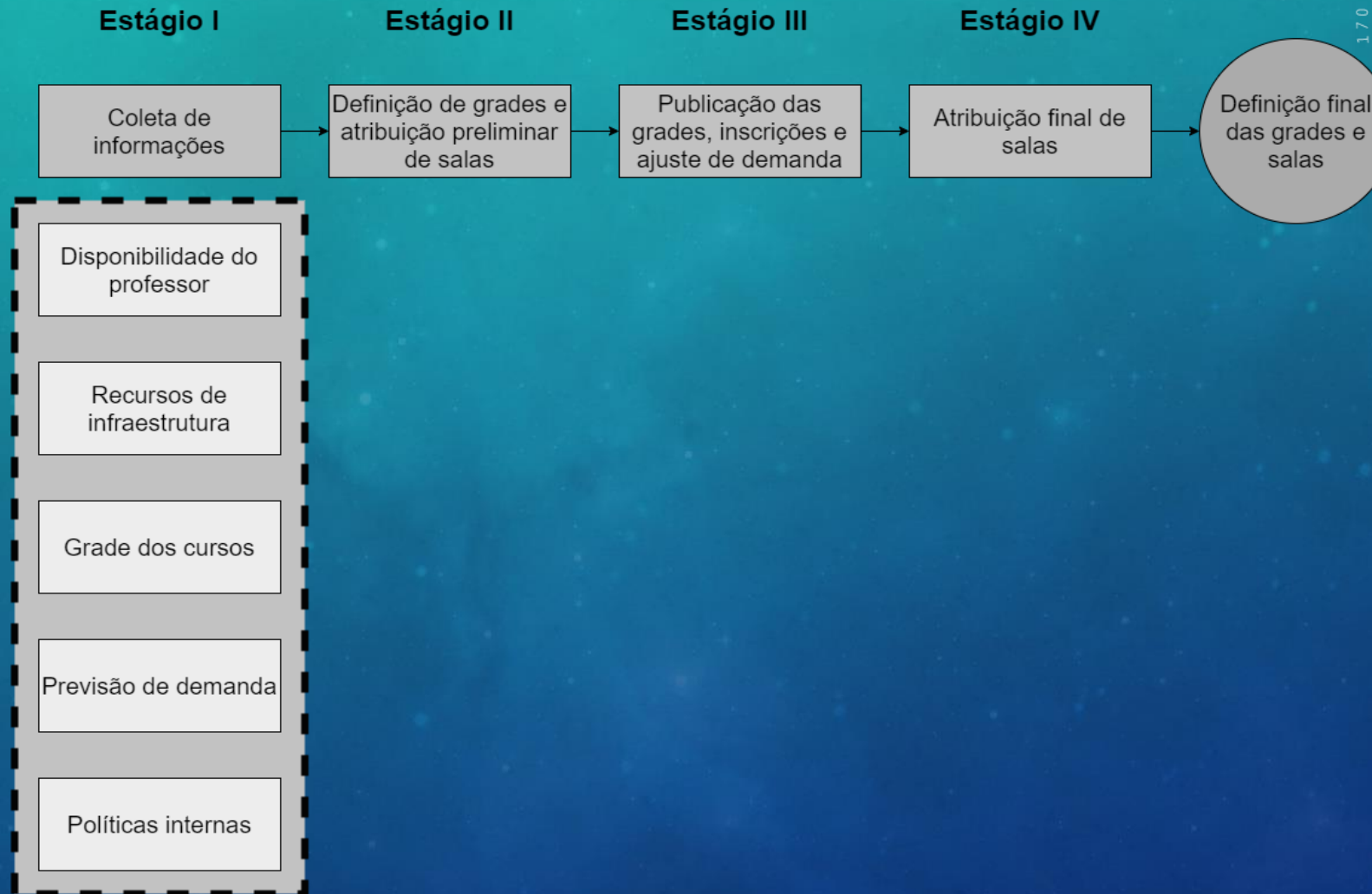
Analysis of the Accepted Publications. Some features are marked as [Y]es, [N]o or [-] for inconclusive.									
Study Identification and Characterization			Interaction types by IV Technique(s)					Application and Solution Techn. Appl.	
Reference Identification	IV Method Applied	Displayed Data Elements 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).

CONTEXTO ACADÊMICO 2.3: DESAFIOS RECORRENTES

- Problemas organizacionais (MIRANDA; REY; ROBLES, 2012)
 - Especificidade
 - Modelagem (MURRAY; MÜLLER; RUDOVÁ, 2007): À medida em que a complexidade aumenta, se torna cada vez mais difícil desenvolver uma solução efetiva
 - Resistência a mudanças e adoção de novas tecnologias
 - Falta de comprometimento
 - Interfaces pouco agradáveis
 - Interação Homem-Máquina (ANDRE; DINATA, 2018), (ALENCAR et al., 2019a)
 - Nível de dificuldade do problema

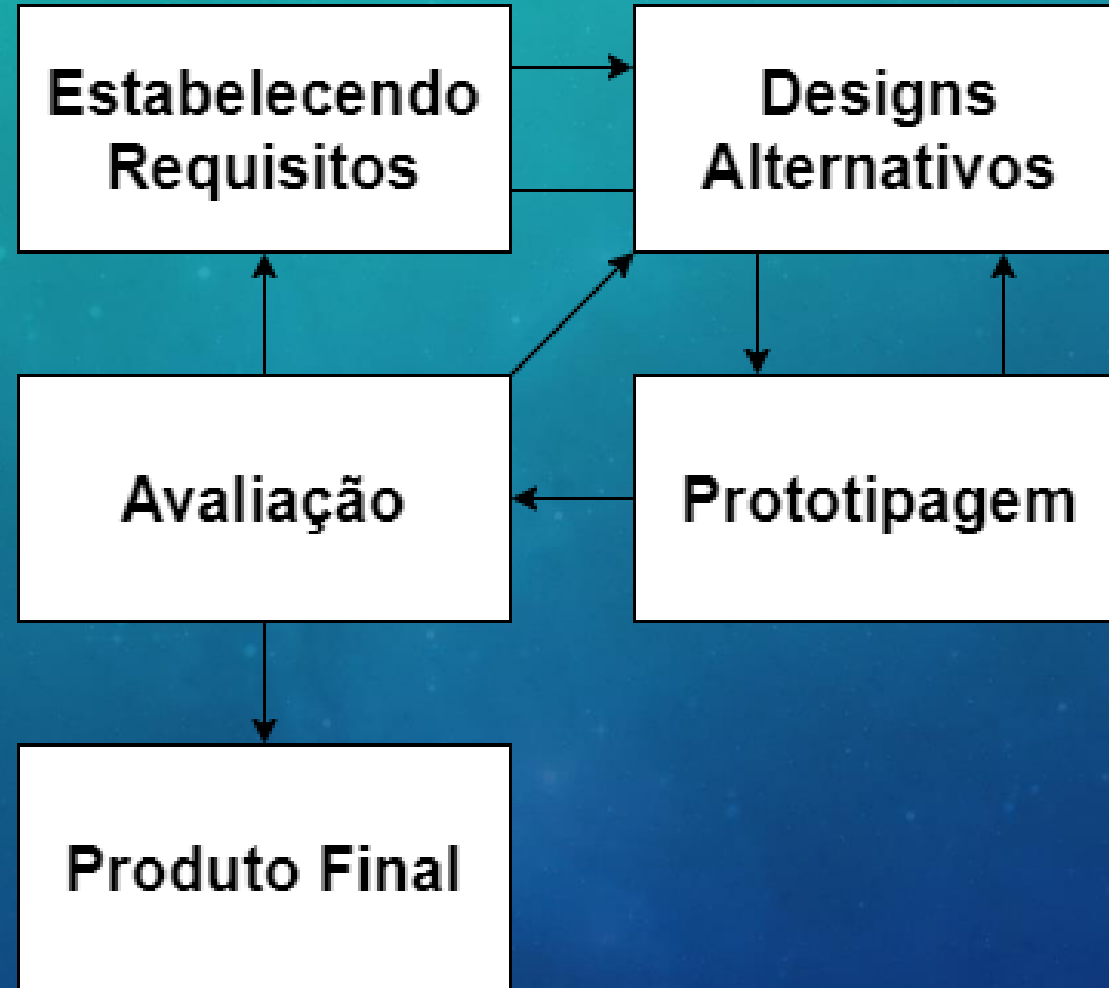
MODELAGEM 3.1: ESTÁGIOS DE EXECUÇÃO

Figura 5: Estágios de execução organizacional



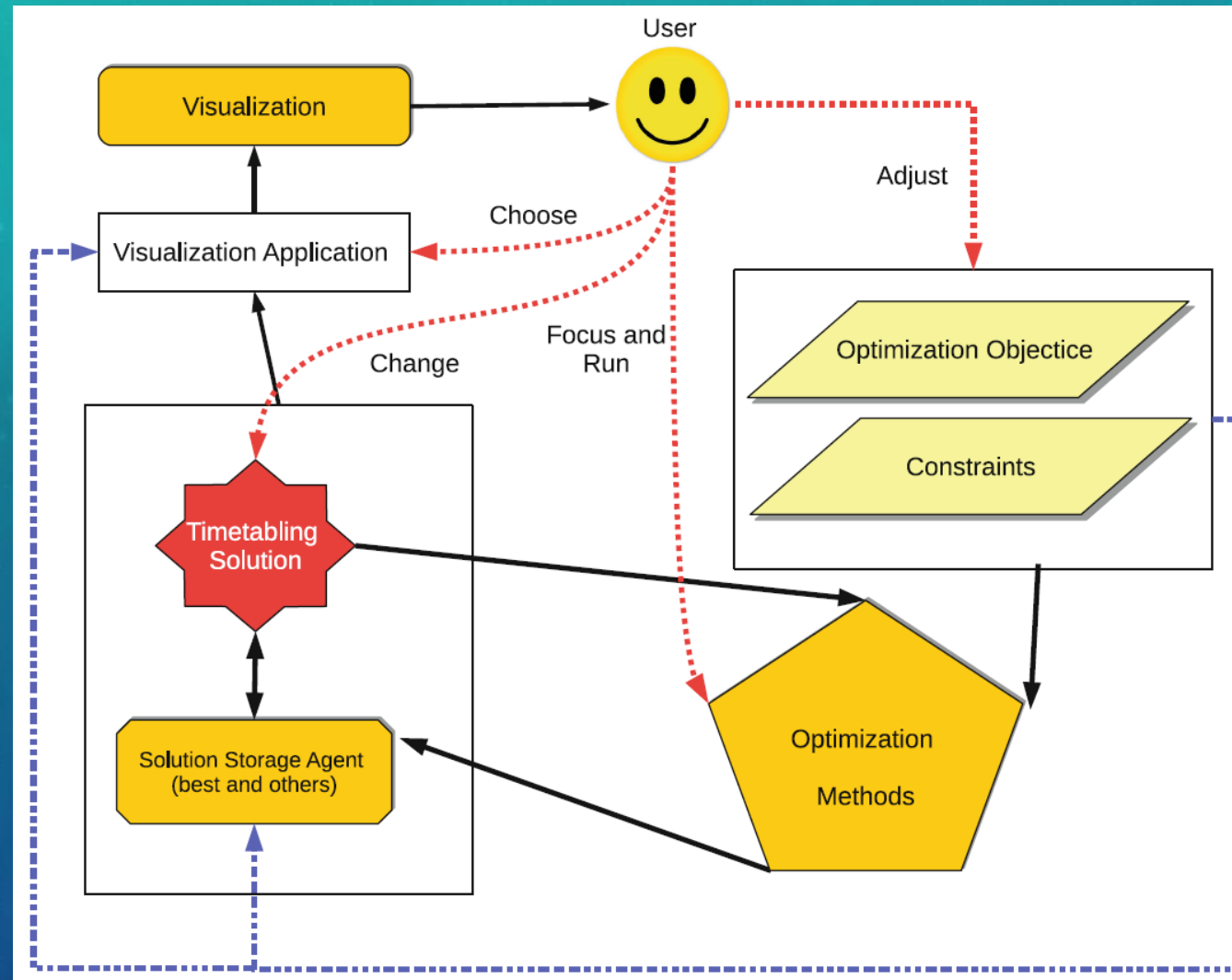
MODELAGEM 3.2: ITERAÇÃO

Figura 6: Ciclo de ações durante o desenvolvimento



MODELAGEM 3.3: FUNCIONAMENTO

Figura 7: funcionamento geral do sistema



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: INTRODUÇÃO

- BARHAM, A. M.; WESTWOOD, J. B. A Simple Heuristic to Facilitate Course Timetabling. The Journal of the Operational Research Society, v. 29, n. 11, p. 1055, nov. 1978. ISSN 01605682. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3009353?origin=crossref>>. Citado na página 5.
- BULCK, D. V.; GOOSSENS, D. The international timetabling competition on sports timetabling (ITC2021). European Journal of Operational Research, v. 308, n. 3, p. 1249–1267, ago. 2023. ISSN 03772217. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221722009201>>. Citado na página 18
- THOMAS, J. J.; KHADER, A. T.; BELATON, B. Visualization techniques on the examination timetabling pre-processing data. In: 2009 Sixth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization. [S.l.: s.n.], 2009. p. 454–458. Citado na página 7.
- 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, 2012. ISSN 0167-9236. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923611001746>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 7.
- BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. E. (Ed.). SWEBOK: guide to the software engineering body of knowledge. Version 3.0. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2014. OCLC: 880350861. ISBN 978-0-7695-5166-1. Citado na página 9.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: CONTEXTO ACADÊMICO

- 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. 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: <http://link.springer.com/10.1007/3-540-61794-9_51>. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 12. ALENCAR et al., 2019a
- ALEGRE, P. Desenvolvimento de um Modelo para o School Timetabling Problem Baseado na Meta-Heurística Simulated Annealing. Simulated Annealing, 2012. Citado na página 13.
- ARRATIA-MARTINEZ, N. M.; MAYA-PADRON, C.; AVILA-TORRES, P. A. 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://www.hindawi.com/journals/mpe/2021/6617177/>>. Citado 3 vezes nas páginas 11, 13 e 14.
- ALENCAR, W. D. S. et al. Information Visualization for Highlighting Conflicts in Educational Timetabling Problems. In: BEBIS, G. et al. (Ed.). Advances in Visual Computing. Cham: Springer International Publishing, 2019. v. 11844, p. 275–288. ISBN 978-3-030-33719-3 978-3-030-33720-9. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-33720-9_21>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18
- MIRANDA, J.; REY, P. A.; ROBLES, J. M. udpSkeduler: 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://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167923611001746>>. Citado 3 vezes nas páginas 5, 12 e 16.
- 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: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-77345-0_13>. Citado na página 14.
- ANDRE, A.; DINATA, H. Interaction Design to Enhance UX of University Timetable Plotting System on Mobile Version. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 407, p. 012174, set. 2018. ISSN 1757-899X. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/407/1/012174>>. Citado 3 vezes nas páginas 8, 15 e 17.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: MODELAGEM

- MIRANDA, J.; REY, P. A.; ROBLES, J. M. udpSkeduler: 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://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167923611001746>>. Citado 3 vezes nas páginas 5, 12 e 16.
- ANDRE, A.; DINATA, H. Interaction Design to Enhance UX of University Timetable Plotting System on Mobile Version. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 407, p. 012174, set. 2018. ISSN 1757-899X. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/407/1/012174>>. Citado 3 vezes nas páginas 8, 15 e 17.
- ALENCAR, W. D. S. et al. Information Visualization for Highlighting Conflicts in Educational Timetabling Problems. In: BEBIS, G. et al. (Ed.). *Advances in Visual Computing*. Cham: Springer International Publishing, 2019. v. 11844, p. 275–288. ISBN 978-3-030-33719-3 978-3-030-33720-9. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-33720-9_21>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.



TIMETABLING PROBLEM

DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DECISÃO VOLTADO AO PROBLEMA DE ORGANIZAÇÃO DE GRADE HORÁRIA DO ENSINO SUPERIOR

JOÃO VÍTOR FERNANDES DIAS