

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL – CAMPUS CANOAS
CURSO TÉCNICO EM DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS INTEGRADO AO
ENSINO MÉDIO

LÉO MARCO DE ASSIS HARDT

Minerva: Um Software para a Criação da Grade Horária de Escolas Brasileiras

CANOAS

2020

LÉO MARCO DE ASSIS HARDT

Minerva: Um Software para a Criação da Grade Horária de Escolas Brasileiras

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau
de Técnico em Desenvolvimento de Sistemas
pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus
Canoas.

Prof. Gustavo Neuberger
Orientador

CANOAS

2020

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, a todos que me apoiaram diretamente. Colegas, amigos, parentes e professores. Em segundo lugar, a todos aqueles que acreditaram num ensino de qualidade e disponibilizaram seu conhecimento ao mundo, mesmo que nunca se conheça o total impacto de tais ações. Nomes dos quais me lembro são Richard Feynmann, Grant Sanderson e Sal Khan. Por fim, gostaria de agradecer aos responsáveis pelo ambiente no qual tive a honra de me formar e no qual gostaria que muitos outros alunos tivessem a mesma oportunidade de evolução que eu tive.

RESUMO

No presente trabalho, é estudado o problema da elaboração do cronograma semanal escolar. São catalogadas necessidades e preferências de escolas em relação ao horário final, bem como carências de métodos atualmente utilizados. São consideradas soluções anteriores, sejam elas computacionais ou não. É identificada, então, uma necessidade das escolas brasileiras por um *software* público e de fácil utilização para a elaboração do mesmo. Um software com esse fim é implementado utilizando uma abordagem de criação de horários semelhante à usada em motores de xadrez. Essa abordagem é comparada computacional e utilitariamente com abordagens anteriores. O software final é testado e é feita uma pesquisa de satisfação com as escolas que participaram do teste. Os resultados são mostrados. São listados possíveis trabalhos futuros na área.

Palavras chave: *Software*; Escola; Grade Horária.

ABSTRACT

In the present work, the school timetabling problem is studied. School necessities and preferences about the final timetable, as well as deficiencies of the current methods are listed. Previous solutions, be they computational or not, are considered. A necessity by the brazilian schools for an easy to use public timetabling software is identified. A software is implemented with this goal, using an approach similar to that used in chess engines. This approach is compared from computational and utilitarian perspectives. The software is tested, and a satisfaction survey is made for schools which participated in the test. The results are shown. Possible future work in the area is listed.

Keywords: Software; School; Timetable.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit, ist das Stundenplanungsproblem untergesucht. Schulnotwendigkeiten und Vorlieben, sowie Mängel der aktuellen Systeme sind aufgelistet. Vorherige Lösungen, rechnerisch oder nicht, sind betrachtet. Eine Notwendigkeit von brasilianer Schulen ist erkannt.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Schlüsselwörter: Wort1; Wort2; Wort3.

LISTA DE TABELAS

1 Comparativo entre softwares da área 21

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	<i>C Programming Language</i>
IFRS	<i>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
HC	<i>Hard Constraint</i>
SC	<i>Soft Constraint</i>
OC	<i>Optional Constraint</i>

LISTA DE ALGORÍTMOS

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Solução Proposta	14
1.2	Objetivos Gerais	14
1.3	Objetivos Específicos	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Descrição Formal do Cronograma	16
2.2	XHSTT	19
3	TRABALHOS RELACIONADOS	20
3.1	aSc Timetables	20
4	METODOLOGIA	23
4.1	Tecnologias Adotadas	23
4.2	Ferramentas Adotadas	23
4.3	Modelagem do Sistema	23
4.3.1	Casos de Uso	24
4.3.2	Banco de Dados	24
4.3.3	Algoritmos	24
5	RESULTADOS EXPERIMENTAIS	25
5.1	Performance	25
5.2	Compatibilidade	26
5.3	Acessibilidade	26
5.4	Usabilidade	26
6	CONCLUSÃO	27
6.1	Trabalhos Futuros	27
	REFERÊNCIAS	28
	GLOSSÁRIO	31

APÊNDICE

1 INTRODUÇÃO

Elaborar um cronograma é uma tarefa extraordinária. Mesmo nos casos mais simples, como nos cronogramas pessoais, há um grande número de possibilidades, restrições e preferências do usuário. Assim, a dificuldade de produzir um cronograma eficaz aumenta rapidamente conforme seu tamanho.

Mesmo assim, eles são de vital importância para a rotina de indivíduos, escolas, indústrias, aeroportos, hospitais e eventos esportivos. Instituições de ensino, em particular, têm custos enormes com a elaboração de suas grades horárias: elaborá-las manualmente pode demandar dias, ou até semanas (19, 8) de um profissional. No entanto, esse processo é rotineiro, já que a cada mudança na docência, um novo cronograma pode ser necessário.

Uma grade horária mal-pensada pode prejudicar e muito uma escola. Pode-se imaginar, por exemplo, que esta faça um professor frequentar a escola desnecessariamente, ou que uma aula geminada é dividida ao meio pelo intervalo e seu rendimento, reduzido. Ou que, por descuido de seu elaborador, a grade horária requisita um professor em duas turmas ao mesmo tempo.

Processos de verificação extensiva para esses casos são facilmente automatizados por computador. Não só isso, mas podem ser percorridas formas de otimização da grade horária em velocidades incomparáveis às de qualquer humano, livrando a escola de custos e desafogando um dos processos mais lentos da administração acadêmica.

Mas para a administração escolar, não é fácil encontrar um software que acomode suas necessidades. Aulas triplas, com dois professores, logo antes do intervalo são exemplos exigências muito específicas, às quais muitos programas não foram pensados para atender (8, 16).

Por ser mais escasso e mais difícil de criar, o preço de um software comercial que atenda às especificidades de uma escola é elevado. Escolas de pequeno porte, portanto, muitas vezes não têm verba suficiente para utilizá-los, optando pela criação manual e aceitando a ineficácia que isso pode causar. Mesmo nas escolas com tal capital, se possível, seria ideal investí-lo na manutenção de infraestrutura, da docência, da merenda, e melhorar assim, a qualidade de ensino.

1.1 Solução Proposta

A partir das considerações acima, constata-se a ausência de um software público (5) que supra as necessidades das escolas brasileiras e que seja de fácil utilização por professores de fora da área de informática. Tal software, então, deveria poder ser implementado e utilizado em computadores da rede pública de ensino – ou seja, compatível com os sistemas operacionais Windows, Ubuntu e Linux Educacional (25, 37).

Em tal software, o professor responsável pela criação do horário escolar insere as necessidades programáticas de aula, as demandas subjetivas dos professores e os horários disponíveis para esses encontros. O sistema então, em constante interação com o usuário, cria o horário escolar. Desta forma, são reduzidos custos em tempo e em dinheiro da escola que se propõe a utilizar o sistema.

1.2 Objetivos Gerais

Implementar um software público para a facilitação da criação e manutenção de cronograma escolar.

1.3 Objetivos Específicos

- Analisar a literatura existente em relação a softwares de escalonamento e *time-tabling*;
- Analisar a literatura existente em relação à criação de boas interfaces do usuário;
- Realizar um levantamento de softwares da área, estabelecendo métricas de comparação tendo em vista a experiência do usuário final;
- Definir os requisitos de uma grade horária de forma abrangente e precisa;
- Definir os requisitos de um sistema que gere tais grades horárias;
- Realizar a modelagem do sistema;
- Implementar um sistema leve, eficiente e de fácil utilização para a criação de grades horárias escolares;

- Testar o sistema, realizando *benchmarking* e graduação do horário gerado, comparando-o com soluções anteriores;
- Publicar o software produzido no repositório de Software Público do governo brasileiro;
- Documentar o processo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A criação de grades horárias é um campo em desenvolvimento (21). Há mais de 50 anos são pesquisadas formas de criação de cronogramas escolares com auxílio computacional (19). Há, então, uma abundância de trabalhos relacionados. Citamos aqui três abordagens gerais tomadas para a criação do cronograma:

- *Constraint Logic Programming* (CLP): o problema é conceituado como uma lista de variáveis, com domínios e restrições. (26) De modo geral, pode-se dizer que algoritmos tanto de busca de soluções quanto de propagação de restrições são utilizados para encontrar valores para todas as variáveis, de forma a satisfazer todas as restrições (**citar_alguém**).
- Solução por *Clusters*: o grupo total de aulas é dividido em *clusters*, conflitantes entre si (não podem acontecer no mesmo período), mas que não são conflitantes internamente. O programa tenta, então, assinalar um período para cada cluster. Este tipo de solução é criticado pois a fixação de grupos acontece muito cedo e dificulta a otimização dentro dos grupos. (18)
- Soluções Meta-Heurísticas: neste tipo de solução, inicia-se com um horário gerado aleatoriamente e busca-se a otimização de uma função objetivo, por meio de estratégias de busca. Estão incluídos aqui Tabu Search, Simulated Annealing e as soluções genéticas.

2.1 Descrição Formal do Cronograma

Podemos definir o cronograma da seguinte forma:

- $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_\pi\}$ é a lista de todos os π períodos;
- $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_\theta\}$ é a lista de todos os θ professores;
- $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_\kappa\}$ é a lista de todas as κ turmas;
- $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_\rho\}$ é a lista de todas as ρ salas;
- $L = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_\lambda\}$ é a lista de todas as λ aulas, sendo uma aula uma tupla $l = (p, t, c, r)$;

Os requisitos aqui mencionados são divididos em três categorias: rígidas, quando o requisito deve ser seguido por qualquer cronograma; flexíveis, que não invalidam a solução final se quebradas; e opcional, quando o usuário opta se o cronograma deve segui-lo ou não. Os requisitos opcionais podem ser tanto rígidas quanto flexíveis. Cada um desses requisitos, na implementação, será utilizado para eliminar possibilidades no cronograma.

Pressuposições (ASs):

1. O cronograma abrange um Ciclo, que é dividido em Dias e Períodos;
2. Há um número fixo de dias em um ciclo;
3. Há um número fixo de períodos em um dia, que é o mesmo para qualquer outro dia;
4. Todos os períodos tem igual tamanho;
5. O currículo de uma turma para cada disciplina é um número exato de períodos por ciclo;

Requisitos Rígidos (HCs):

1. Um professor pode ministrar, no máximo, uma aula por período;
2. Uma turma pode assistir, no máximo, a duas aulas por período;
3. Uma sala pode ser ocupada por, no máximo, uma aula por período;
4. O número de períodos utilizados para uma disciplina por uma turma em um ciclo deve ser o especificado no currículo escolar;
5. Um único grupo de professores é responsável por ministrar todas as aulas de uma disciplina de uma turma, e deve se fazer presente em todas essas aulas;
6. Nenhuma sala será ocupada acima de sua capacidade;
7. Nenhuma aula será dada em uma sala que não tenha as características necessárias;
8. Uma aula só será ministrada por um professor (ou grupo de professores) que está capacitado para tal.

9. Um professor não ministrará aulas em uma sala em que ele não pode entrar;
10. Uma turma não assistirá a aulas em uma sala em que ela não pode entrar;

Requisitos Flexíveis (OCs):

1. As preferências de cada turma, considerando o período em que a aula é dada;
2. As preferências de cada professor, considerando o período em que a aula é dada;
3. As preferências de cada par professor-disciplina, considerando o período em que a aula é dada;
4. As preferências de cada sala considerando o período em que a aula é dada;
5. As preferências de geminação de alguns pares professor-disciplina;
6. Podem ser definidas ordens de preferência por cada professor para o uso de salas para cada característica;

; Requisitos Opcionais Rígidos (OCs):

1. A escola pode escolher operar em um subconjunto dos períodos de um ciclo;
2. O professor poderá ter um conjunto de períodos para a elaboração de suas aulas;
3. Algumas aulas poderão ser previamente fixadas em alguns horários;
4. Algumas professores poderão ser previamente fixados para ministrar aulas de algumas turmas;
5. Algumas salas poderão ser previamente fixadas para abrigar algumas aulas;
6. Algumas turmas podem ter um número máximo de aulas por dia por grupos de disciplina;
7. Alguns professores podem ter um número máximo de aulas por dia por turma (mas sem discriminar qual turma);
8. Alguns professores podem ter um número máximo de dias para frequentar a instituição (discriminando o dia ou não);
9. Pode haver, para cada turma, um horário fixo de entrada e de saída da instituição;

10. Pode haver, para cada turma, a possibilidade de períodos vagos entre aulas;
11. Uma sala pode ter disponibilidade limitada durante um ciclo;

2.2 XHSTT

O formato XHSTT permite a expressão de problemas de grade horária escolar. Por tentar ser um formato compatível com escolas e universidades de todo o mundo, ele tende a ser extremamente abstrato e algumas especificidades se tornam menos evidentes. Ainda assim, é um formato muito útil para, por exemplo, converter e interpretar problemas de outros *softwares* ou *datasets*. Assim, este software pode comparado com outros *solvers* da área.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A criação de grades horárias é um campo em desenvolvimento (21). Há mais de 50 anos são pesquisadas formas de criação de cronogramas escolares com auxílio computacional (19). Há, então, uma abundância de trabalhos relacionados. Na busca por eles, não foi feita distinção entre softwares para escolas ou para universidades. Em geral, softwares para universidades têm mais funcionalidades, retendo grande parte das características da contraparte escolar.

Sendo assim, foram elencados, por meio de levantamento bibliográfico, softwares da área. Por cada escola ter suas particularidades na criação do horário, todos eles, em seu respectivo *site*, listam características supostamente únicas, que os fariam mais adequados que os concorrentes. Todas essas características são levadas em consideração para elaborar a lista do software Minerva. Além disso, foram destacados cinco softwares para um olhar mais aprofundado. São eles: aSc Timetables (4), Horário Fácil (13), Urânia (10) e UniTime (2).

A tabela 1 os estima. Além de fatores básicos, como linguagem e gratuidade, também foram elencados fatores como: se o *software* é livre ou não, como definido em (5), se o software está em desenvolvimento ativo ou não e se o software é local ou web. Aqueles que são executados exclusivamente no computador do usuário são chamados de *locais*, enquanto que quando o processamento é feito em um servidor é dito *web*. Um software foi considerado "ativo" se teve uma nova versão nos últimos 2 anos e sua *homepage* está no ar. Nos casos onde isso não pôde ser determinado, se seu website foi atualizado nesse mesmo período.

<https://help.asctimetables.com/text.php?id=592&lang=pt>

3.1 aSc Timetables

Segundo sua própria página, aSc Timetables é um software utilizado por 150.000 escolas. Tanto o programa quanto a *webpage* podem ser utilizadas em 13 línguas diferentes. Isso dá a entender que o software se alinha com as demandas apresentadas por uma gama muito grande de escolas. Para escolas brasileiras, seu preço base é de USD 120.

Algumas características que podemos destacar são: ajustes manuais; detec-

ção automática de conflitos no horário; entrada simples de dados; o horário pode ser acessado por dispositivos móveis; importação de dados;

Nome	Português	Gratuito	Livre	Ativo	Local	Web	Ref
ASAS Gerador	S	N	N	N	S	N	(3)
ASC Timetables	S	N	N	S	S	?	(4)
Benchmark Timetable	N	N	N	n	S	N	(27, 28)
CMIS	N	N	N	S	N	S	(6)
Cronos	S	N	N	S	N	S	(1)
Cyber Matrix	N	N	N	N	S	N	(7)
edval	N	N	N				
FET	N	S	S	S	S	N	(9)
Horário Fácil	S	N	N	S	N	S	(13)
iMagic Timetable	N	N	N	N	S	N	(14)
iTimetable	N	N	N	N	N	*	(31)
Lantiv	N	N	N	S	**		(34)
Make Your Timetable	?	S	N	?	N	S	(15)
Mimosa	S	N	N	N	S	N	(17)
Nova T6	?	?	N	?	N	?	(35)
Peñalara GHC	S	S	N	S	S	N	(30)
PowerCubus	S	N	N	S	N	S	(24, 22)
Prime Timetable		N	N	?	N	S	(23)
School Admin	N	N	N	?	N	S	(20)
School Softwares	N	N	N	S	S	N	(11)
Skolaris	N	N	N	S	N	S	(29)
TimeFinder	N	S	S	N	S	N	(32)
Timetable Web	S	N	N	?	N	S	(12)
Timetabler	N	N	N	S	S	N	(33)
UniTime	N	S	S	S	S	N	(2)
Untis	N	N	N	S	S	?	(36)
Urânia	S	N	N	S	S	N	(10)

Tabela 1: Comparativo entre softwares da área

* O programa é local, mas os dados ficam na nuvem.

** A grade horária é encomendada

Há muito desenvolvimento na área. Em particular, são notórias as fontes:

- Conferência PATAT – Practice and Theory of Automated Timetabling ;
- ITC – International Timetabling Competition;

- SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional;

4 METODOLOGIA

4.1 Tecnologias Adotadas

Pelo relativo baixo nível e pela eficiência que ainda retém boas abstrações, foram escolhidas as linguagens C e C++ para o desenvolvimento do projeto. Foi escrito em C o código que faz o cronograma. A multiplicidade de línguas se dá por que os compiladores podem realizar otimizações mais agressivas na linguagem C, mas é em C++ que geralmente encontra-se bibliotecas e frameworks de interface do usuário.

Pelo fato de ser multiplataforma – satisfazendo a compatibilidade entre Windows, Linux Educacional e Ubuntu – foi escolhida a biblioteca wxWidgets para o desenvolvimento da GUI.

Pela leveza que ainda retém eficiência e variedade, foi escolhida a SQLite3 como biblioteca para criar/manusear o banco de dados.

4.2 Ferramentas Adotadas

As principais ferramentas adotadas foram: brModelo e astah na modelagem; gcc na compilação em sistemas GNU/Linux; mingw na compilação em Windows; valgrind no debugging; Atom na edição de texto; e \LaTeX na escrita do texto.

4.3 Modelagem do Sistema

A solução proposta pode ser dita como *exaustiva*, no sentido de que, com dados tempo e memória suficientes, pode-se encontrar a melhor solução.

É utilizada uma Decision Tree para a seleção de períodos, horários e professores no sistema.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac,

nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.3.1 Casos de Uso

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.3.2 Banco de Dados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.3.3 Algoritmos

Orientações Gerais

Sequential method of Saturation Degree (um dos mais robustos segundo Carter, Laporte e Lee 1995. Ler o artigo!). Lewis 2015 também vê resultados mais favoráveis no Saturation

Ler sobre 1-opt e 2-opt (Carter, Laporte e Chinnek)

Usar alguma aleatoriedade depois do primeiro cronograma para dar mais opções para o usuário

5 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5.1 Performance

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5.2 Compatibilidade

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5.3 Acessibilidade

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5.4 Usabilidade

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum

lum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

6 CONCLUSÃO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

6.1 Trabalhos Futuros

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

REFERÊNCIAS

4CIS SISTEMAS LTDA. Cronos - Programa para fazer Horários Escolares. Acesso em 2 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.cronostimetable.com/>>.

APEREO. UniTime | University Timetabling. Acesso em 25 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.unitime.org/>>.

ASAS SOFTWARES TECNOLOGIA. ASAS Gerador de Horários Escolares.

ASC APPLIED SOFTWARE CONSULTANTS. ascTimetables. School scheduling. Best timetable software to create school timetable. Acesso em 25 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.asctimetables.com/>>.

BRASIL, Ministério do Planejamento. **Portaria nº 64/2016**. Brasília, 28 de Setembro de 2016. Diário Oficial da União de 04 de outubro de 2016.

CMIS Timetabling Software | Advanced. Acesso em 28 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.oneadvanced.com/solutions/cmis-and-cmisgo/#>>.

CYBERMATRIX CORPORATION INC. CyberMatrix Class Scheduler - Student Class Scheduling Software. Acesso em 2 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.cybermatrix.com/class-scheduler.html>>.

DESAI, Nikita. Preferences of teachers and Students for auto generation Of sensitive timetable: A case Study. **Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)**, v. 2, p. 461–465, jun. 2011.

FREE Timetabling Software. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://lalescu.ro/liviu/fet/>>.

GEHA SISTEMAS ESPECÍFICOS. Horário Escolar - Programa Urânia. Gere os horários de forma rápida e mantenha sua instituição funcional desde o primeiro dia de aula. Acesso em 25 de março de 2020. Disponível em: <<https://horario.com.br/>>.

GENUINE INFOTECH PRIVATE LIMITED. School – Timetable Framing Software. Índia. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <http://www.schoolsoftwares.com/timetable_software_overview.html>.

GRADE horária escolar online – cronograma escolar online. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.timetableweb.com/index.php?lang=pt>>.

HORÁRIO FÁCIL. Programa para fazer horário escolar | Horário Fácil. Acesso em 25 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.horariofacil.com/>>.

IMAGIC Timetable - Timetable Software - Freeware. Acesso em 2 de abril de 2020. Disponível em: <<http://www.imagictimetablessoftware.com/>>.

MAKE Your Time Table. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<http://www.makeyourtimetable.com/>>.

MICHAEL W. CARTER, Gilbert Laporte. Recent Developments in Practical Examination Timetabling. **Pracite and Theory of Automated Timetabling**, 1995.

MIMOSA - Scheduling Software for School and University Timetables - Product Page. Acesso em 2 de abril de 2020. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20190731033345/http://www.mimosasoftware.com/mimosa.html>>.

MÜLLER, Tomáš. Constraint-based Timetabling. Praga, 2005.

NEWMAN, J. S. Appleby; D.V. Blake; E. A. Techniques for Producing School Timetables on a Computer and their Application to other Scheduling Problems. **The Computer Journal**, v. 3, n. 4, p. 237–245, jan. 1961. ISSN 0010-4620. DOI: 10.1093/comjnl/3.4.237. eprint: <https://academic.oup.com/comjnl/article-pdf/3/4/237/1073987/030237.pdf>. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/comjnl/3.4.237>>.

PARKINSON, Marco. School Admin. Acesso em 9 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.school-admin.org/>>.

PATAT. PATAT Conference 2020 home page. Acesso em 18 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.patatconference.org/patat2020/>>.

POWERCUBUS, programa para geração de horários escolares. Acesso em 31 de março de 2020. Disponível em: <<https://powercubus.com.br/>>.

PRIME TIMETABLE. School Scheduling Software for Mac, PC, tablet and phone - Prime Timetable. Acesso em 4 de abril de 2020. Disponível em: <<https://primetimetable.com/>>.

PROGRAMA de Horário Escolar Online. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<http://gridclass.com.br/>>.

PROINFO. Sistemas Operacionais. Acesso em 18 de março de 2020. Disponível em: <<http://proinfodata.c3sl.ufpr.br/attendance/os/proinfo/>>.

RAKESH BADONI ANIL LENKA, D. K. Gupta. A new approach for university timetabling problems, 2014.

SCHOOL Scheduling Software. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<http://www.benchmarktimetable.com>>.

SCHOOL Timetable Software. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<http://supertimetable.com/>>.

SKOLARIS SOFTWARE. Skolaris: Online school timetable software. Chéquia. Acesso em 9 de abril de 2020. Disponível em: <<https://skolaris.net/#home>>.

SOFTWARE Gerador de Horários para Centros Educativos. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.penalara.com/pt/BR>>.

TIME Table Scheduling, Secondary School Timetable, School Timetable Construction. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20190911010453/http://www.itimetable.org/>>.

TIMEFINDER - Free Your Timetabling with Free Software. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<http://timefinder.sourceforge.net/index.html>>.

TIMETABLING Software For Schools | Timetabler. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.timetabler.com/>>.

TIMETABLING TURBO(TM) 2020: SCHOOL TIMETABLE SOFTWARE. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://timetabling-turbo.lantiv.com/>>.

TIMETABLING with Nova T6 | Capita Sims. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.capita-sims.co.uk/products-and-services/timetabling-nova-t6>>.

UNTIS Home - Home. Acesso em 27 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.untis.at/en>>.

W3 SCHOOLS. OS Platform Statistics. Acesso em 20 de março de 2020. Disponível em: <https://www.w3schools.com/browsers/browsers_os.asp>.

GLOSSÁRIO

Software	<i>Programa de Computador</i> [referenciar]
Dolor	<i>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia</i>
Sit Amet	<i>Unified Modeling Language</i>

APÊNDICE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.