

**FUNDAÇÃO UNIRG**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIRG**

**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

MARLOS FERNANDES DE OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EM NUVEM PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA SCHOOL TIMETABLING PROBLEM (STP), PARA MONTAGEM DOS HORÁRIOS DE AULA DOS CURSOS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIRG

GURUPI-TO

JUNHO, 2017

MARLOS FERNANDES DE OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EM NUVEM PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA SCHOOL TIMETABLING PROBLEM (STP), PARA MONTAGEM DOS HORÁRIOS DE AULA DOS CURSOS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIRG

Proposta do Projeto de Conclusão de Curso apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência da Computação do Centro Universitário UnirG, como parte dos requisitos para a aprovação na disciplina Projeto em Ciência da Computação I.

Orientador: Marcelo Salton Disconzi.

GURUPI-TO

JUNHO, 2017

**RESUMO**

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EM NUVEM PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA SCHOOL TIMETABLING PROBLEM (STP), PARA MONTAGEM DOS HORÁRIOS DE AULA DOS CURSOS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIRG

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma proposta para a solução de dificuldade comum em escolas e universidades – o problema da montagem do horário escolar, conhecido como *School Timetabling Problem* (STP). O embaraço surge na geração da grade horária de docentes, devido ao alto número de variáveis, parâmetros e restrições a serem analisados neste processo, o que caracteriza o (STP) como um problema matemático de otimização combinatória NP-Dificil. Assim, trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de solucionar o problema de alocação de horários de aula dos docentes no âmbito do Centro Universitário UNIRG.

**Palavras-chave**: School Timetabling Problem, Grade Horária, Horário Escolar.

# **1 INTRODUÇÃO**

Em 1960, foi apresentada por Appleby, Black e Newman uma das primeiras menções ao School Timetabling Problem (STP), com técnicas para a construção de soluções comparando o problema de *timetabling* com outros problemas de agendamento. Desde o final da década de 1950, então, utilizam-se de inúmeros métodos na tentativa de solucionar este problema (TRIPATHY, 1984).

De acordo com Cooper e Kingston (1993), o problema básico do *school timetabling* consiste em atribuir horários, professores, alunos e salas de aula para uma coleção de turmas, de forma que nenhum participante é obrigado a comparecer em duas aulas simultaneamente.

O presente trabalho tem como meta principal realizar um estudo que resulte no software em questão mediante técnicas e metodologias – baseado em métodos heurísticos, no sentido de resolver de forma genérica um problema de otimização –, com o intuito de evitar o desgaste dos funcionários das Instituições de Ensino (IE) e proporcionar um horário escolar viável, que agrade a maioria dos usuários.

# **2 JUSTIFICATIVA**

Este trabalho se justifica na necessidade de resolver o problema de horário escolar, que consiste basicamente em atribuir horários, docentes, discentes e salas de aula para uma coleção de turmas, sem que coincidam os horários letivos para o mesmo indivíduo.

Na prática, os servidores do setor administrativo de IEs deparam-se com um extenso rol de participantes e centenas de aulas em uma única semana, com quarenta horários disponíveis e restrições variadas.

A solução manual de um problema de *TimeTabling* (TT) é uma tarefa exaustiva e normalmente requer vários dias, ou mesmo semanas, desperdiçados no desenvolvimento da grade. Na primeira combinação encontrada, o obstáculo dá-se por solucionado, ainda que de péssima qualidade, o que pode ser prejudicial à alunos e professores, em um sistema de eficácia reduzida.

# **3 OBJETIVOS**

**3.1 Objetivo geral**

O trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação que resolva o problema da geração de horários, reduzir o trabalho manual e o tempo gasto por docentes do Centro Universitário UNIRG, atendendo as restrições de cada professor.

**3.2 Objetivos específicos**

* Desenvolver um software gerador de grade escolar para UNIRG;
* Desenvolver um modelo para o STP em tempo viável, baseado em heurísticas e meta-heurísticas;
* Atender, se possível, restrições não fundamentais, mas que sejam de interesse da IE, dos alunos e dos professores;
* Garantir a construção das grades horárias sem violar as disponibilidades de recursos, como professores, locais de aula, disciplinas, turmas, dias da semana e períodos.

# **4 REVISÃO DA LITERATURA**

Uma das primeiras referências ao STP foi apresentada por Appleby, Black e Newman, nos anos 60, com técnicas para a construção de soluções comparando o problema de *timetabling* com outros problemas de agendamento.

Na literatura, vislumbra-se vários tipos de problemas de timetabling, assim denominados: *sports timetabling, railway timetabling, project scheduling, bus scheduling, airflight schedules, nurse rostering, university timetabling, school timetabling*, dentre outras inúmeras variantes. Apesar das nomenclaturas distintas, todos esses problemas têm grande similaridade.

Diante da semelhança entre os problemas citados acima, Bartak e Rudova (2001) apontam as diferenças, classificando-os em três categorias: *planning*, *scheduling* e *timetabling*. Segundo os autores, essas categorias tratam de três entidades – Atividades, Recursos e Tarefas – e o problema central é alocar as atividades aos recursos ou vice-versa.

Gotlieb (1962) foi quem apresentou a primeira formulação completa para o STP, declarando que o problema consistia em fixar um conjunto de aulas num determinado período de tempo, atendendo exigências acadêmicas, isto é, o cumprimento da grade curricular. Em cada aula era necessário atender um único grupo de estudantes (turma), exigindo-se o comparecimento de um único professor.

Ainda na década de 1960 Lawrie (1969) apresentou um modelo de STP baseado em programação linear inteira (PLI) com o propósito de alocar professores, disciplinas e turmas em uma grade horária semanal.

Gans (1981) focou seus estudos com base na realidade das escolas de educação de nível médio da Holanda, propondo um modelo e um método heurístico de resolução. O autor afirma ser impossível garantir que todas as restrições sejam atendidas, mas que o modelo cobre uma parte substancial delas.

Abramson (1991) propôs um modelo para o STP usando a meta-heurística *simulated* *annealing* (SA), pois problemas que contam com um grande número de variáveis e restrições não têm sido bem sucedidos através do uso de programação linear inteira (PLI). Em seu modelo, o autor trabalha com os parâmetros “turmas”, “professores”, “locais de aula”, “dias da semana” e “períodos de aula”. Há um artifício empregado pelo autor que visa simplificar o modelo, suprimindo o parâmetro “disciplina”: o modelo pressupõe que os professores de cada disciplina em cada turma já estão previamente selecionados.

A exemplo, ao invés de informar que determinada turma tem três aulas de “história”, informa-se que a turma tem três aulas com o professor “João”, que supostamente é o professor dessa disciplina. Similarmente, o recurso “local de aula” é completamente suprimido do modelo, pois se pressupõe que cada turma tenha um local de aula associado. Como função de avaliação, o autor propõe minimizar o custo da grade horária, que é expresso pelo número de conflitos.

O trabalho de Alvarez-Valdes, Martin e Tamarit (1996) considerou a realidade do modelo educacional espanhol. Os parâmetros empregados foram os mesmos de Abramson (1991), inclusive fazendo uso do mesmo artifício que une professores a disciplinas.

Carter e Laporte (1996) desenvolveram um trabalho com objetivo de destrinchar os diferentes tipos de problemas de *timetabling* educacionais, sem qualquer pretensão de propor algum tipo de modelo. Uma ampla explanação sobre os diferentes tipos de problemas de TT voltados para a área educacional é apresentada.

Primeiramente, os autores diferenciam as necessidades das high *schools* e das *universities* (ver Quadro 2). Baseados nas características de cada uma, os autores apresentam o *course timetabling, class-teacher timetabling, student scheduling, teacher assignment e classroom assignment.*

Birbas, Daskalaki e Housos (1997) promoveram uma abordagem do modelo educacional grego através de PLI. Para tanto, o modelo trabalha com os parâmetros “turmas”, “disciplinas”, “professores”, “dias da semana” e “períodos de aula” e, para cada variável de decisão que os combina, há um custo associado.

Colorni, Dorigo e Maniezzo (1998) confrontaram três diferentes técnicas de meta-heurísticas para resolver um modelo de construção de grades horárias, baseado nos recursos clássicos de STP: “turmas”, “disciplinas”, “professores”, “dias da semana” e “períodos de aula”.

Zhang et al. (2010) desenvolveram um modelo que trabalha os parâmetros “turma”, “disciplina”, “professor”, “dias da semana” e “período de aula”. O “local de aula” é ignorado, pois pressupõem que é um recurso casado com a “turma”. Adicionalmente às restrições do tipo hard comuns a todos os STP, este modelo exige que uma turma não possa ter um período de aula livre, exceto para o último período de aula do dia.

No que tange às restrições do tipo soft, o modelo deseja que: **a)** a carga horária do professor seja balanceada ao longo dos dias da semana; **b)** uma disciplina não tenha mais de uma aula no mesmo dia; e **c)** o professor não tenha janelas. Para processar o modelo, os autores desenvolveram um algoritmo baseado na meta-heurística *simulated* *annealing* com uma nova estrutura de vizinhança estendida.

Os trabalhos analisados demostram um pouco da evolução do desse tipo de problema e como é voltado e focado em especificados aspectos, desta forma objetiva-se a implementar esse problema em um sistema *web* onde possa buscar melhores quadros horários viáveis.

# **5 MATERIAIS E METÓDOS**

Para a criação do sistema deve ser feito a coleta de dados da instituição de ensino, Segundo Santos e Souza (2007), as restrições, independentemente do seu tipo, são bastante dependentes da instituição de ensino e do sistema educacional de cada localidade. É dividida em três classes: Organizacionais, Pedagógicas ou Pessoais

A metodologia que será utilizado na criação do horário é um novo framework chamado. Laravel é um Framework PHP utilizado para o desenvolvimento web, que utiliza a arquitetura MVC e tem como principal característica ajudar a desenvolver aplicações seguras e performáticas de forma rápida, com código limpo e simples, já que ele incentiva o uso de boas práticas de programação e utiliza o padrão PSR-2 como guia para estilo de escrita do código.

MVC é uma arquitetura que permite dividir o desenvolvimento da aplicação em três camadas conceituais: Model, View e Controller (Modelo - Visão - Controlador).

Após as análises primeiramente será realizado um estudo na parte logica do problema onde tenho que entender os conceitos matemáticos, após isso realizar um estudo no framework Laravel para aprender a trabalhar com todas as variáveis necessárias para construção do software.

**6 CRONOGRAMA**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Meses**    **Atividade** | **2016/1** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Fevereiro** | | | | **Março** | | | | | **Abril** | | | | | **Maio** | | | | | **Junho** | | | | |
| 1º | 2º | 3º | 4º | | 1º | 2º | 3º | 4º | | 1º | 2º | 3º | 4º | | 1º | 2º | 3º | 4º | 1º | 2º | 3º | 4º |
| Estudo para compreensão dos cálculos matemáticos e formulas |  |  | x | x | | x | x | x | x | | x | x | x | x | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estudo sobre as heurísticas e meta-heurísticas |  |  |  |  | |  |  |  |  | | x | x | x | x | | x | x | x | x |  |  |  |  |
| Estudo sobre o Framework Laravel |  |  |  |  | |  |  |  |  | | x | x | x | x | | x | x | x | x |  |  |  |  |
| Elaboração do projeto |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | | x | x | x | x | x | x | x | x |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Meses**    **Atividade** | **2016/2** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Agosto** | | | | **Setembro** | | | | | **Outubro** | | | | **Novembro** | | | | | **Dezembro** | | | | |
| 1º | 2º | 3º | 4º | | 1º | 2º | 3º | 4º | 1º | 2º | 3º | 4º | 1º | 2º | 3º | 4º | 1º | | 2º | 3º | 4º |
| Fase de teste, correção de erros | x | x | x | x | | x | x | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |
| Elaboração da apresentação como resultado do projeto |  |  |  |  | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |  |  |  | |  |  |  |
| Descrever e apresentar os resultados de testes |  |  |  |  | |  |  |  |  |  | x | x | x | x | x | x | x | x | | x |  |  |

# **7 REFERÊNCIAS**

Appleby, J.S., Black, D.V.; Newman, E.A. (1960), **Techniques for producing school timetabling on a computer and their application to other scheduling problems,** The Computer Journal, 3, 237-245.

Gotlieb, C. (1962), **The construction of class-teacher timetabling**, Proceeding of the IFIP Congress, 73-77.

Lawrie, N.L. (1969), **An integer linear programming model of a school timetabling problem**, The Computer Journal, 12(4), 307-316.

ABRAMSON, D. **Constructing school timetables using simulated annealing: sequencial and parallel algorithms.** Management Science, v.37, p.98-113, 1991.

ALVAREZ-VALDES, R.; CRESPO, E.; TAMARIT, J. M. **Design and implementation of a course scheduling system using tabu search.** Journal of the Operational Research Society, v.137, p.512-523, 2002.

ALVAREZ-VALDES, R.; MARTIN, G.; TAMARIT, J. M. **Constructing good solutions for the spanish school timetabling problem.** Journal of the Operational Research Society, v.47, p.1203-1215, 1996.

BIRBAS, T.; DASKALAKI, S.; HOUSOS, E. **Timetabling for greek high schools.** Journal of Operational Research Society, v.48, p.1191-1200, 1997.

CARTER, Michel W; LAPORTE, Gilbert. **Recent developments in practical course timetabling.** Practice and theory of automated timetabling. In: BURKE, E.; ROSS, P. (Ed.). Lectures Notes in Computer Science, n.1408. Berlin: Springer-Verlag, 1996, p.3-19.

SANTOS, Haroldo; SOUZA, Marcone J.F. **Programação de horários em instituições educacionais: formulações e algoritmos**. XXXIX SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, v.1, p.2827-2882, Fortaleza, CE, Brasil, 2007.

COLORNI, Alberto; DORIGO, Marco; MANIEZZO, Vittorio. **Metaheuristics for high school timetabling.** Computation Optimization and Applications, v.9, p.275-298. 1998.

ZHANG, Defu; LIU, Yongkai; H’HALLAH, Rym; LEUNG, Stephen. **A simulated annealing with a new neighborhood structure based algorithm for a high school timetabling problems.** European Journal of Operational Research, v.203, p.550-558, 2010.