**Tabela 1 – Dados do tema que será desenvolvido no PPGMCS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome do pesquisador: Fábio Pereira de Souza** | | | |
| **Título: Implementação de Metaheurística Evolucionária para o Problema de Criação de Grade Horária Escolar para a Escola Estadual Delfino Magalhães** | | | |
| **Área do tema:** | **Problemática:** | **Justificativa:** | **Interessados:** |
| Pesquisa Operacional e Inteligência Artificial | Problema de geração de grade horária é considerado NP-Difícil | Ausência de um sistema computacional para a resolução do problema | Escola Estadual Delfino Magalhães |
| **Provável solução:** | **Meio ou ferramenta de análise:** | **Precisa de parceria nesse estudo:** | **Parceiro:** |
| Grade Horária que atende a instituição | Linguagem de programação Python | Sim | Escola Estadual Delfino Magalhães |

**Implementação de Metaheurística Evolucionária para o Problema de Criação de Grade Horária Escolar para a Escola Estadual Delfino Magalhães**

**1 Introdução**

Uma das maiores dificuldades encontradas antes do início do ano letivo escolar, nas escolas públicas estaduais, é o problema de elaboração de uma grade de horários escolar que seja justa a todos os envolvidos, desde alunos, professores, até a direção da escola. A escola Delfino Magalhães é uma escola pública, localizada na cidade de Montes Claros, que emprega um grupo de professores efetivos e designados e ministra aulas para o ensino fundamental II (6º ao 9º anos) e ensino médio (1º ao 3º anos). Antes do início do ano letivo, cria-se uma grade de horários para ser utilizada durante todo o ano, no entanto, o processo é muito complexo e demanda muito tempo, em alguns momentos faz-se necessário refazer o processo em função de professores que trabalham em outras escolas, licença médica e etc.

A elaboração de grade de horários é um problema clássico e recorrente, pois não é possível, em grande parte, aproveitar ou atualizar uma grade de um ano para outro devido a sua complexidade combinatorial e da dificuldade em satisfazer todas as restrições. Dependendo do número de variáveis, o problema pode ser considerado pela literatura como problema NP-Difícil - são problemas intratáveis, não se consegue resolver em tempo polinomial.

Existem na literatura, muitos trabalhos de timetabling (cronograma), envolvendo agendamentos de exames (provas), e cursos universitários. Com base nos aspectos levantados anteriormente, esta proposta de pesquisa busca minimizar o tempo de elaboração de uma grade de horários. A Metaheurística será desenvolvida em equipamento com processador AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor de 3.59 GHz e 32GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10 64 bits. A linguagem para o desenvolvimento será o Python na sua versão 3.9.2 instalada, VSCode 1.55.0 configurado. A metaheurística a ser utilizada nessa proposta é proveniente dos algoritmos evolutivos.

* 1. Objetivo Geral
  2. Objetivos específicos
  3. Metodologia

**Referencial teórico**

**Percurso Metodológico**

Trata-se de uma pesquisa exploratória, quantitativa de natureza aplicada, utilizando-se o procedimento de pesquisa bibliográfica e da pesquisa-ação para o desenvolvimento de um aplicativo adaptando-se algoritmos evolutivos na tentativa de solucionar o problema de elaboração de grade de horários escolares da Escola Estadual Delfino Magalhães.

A Metaheurística está sendo desenvolvida em equipamento com processador AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor de 3.59 GHz e 32GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10 64 bits. A linguagem para o desenvolvimento será o Python na sua versão 3.9.2 instalada, VSCode 1.55.0 configurado. A metaheurística a ser utilizada nessa proposta é proveniente dos algoritmos evolutivos.

Vários estudos foram feitos na tentativa de se obter soluções satisfatórias para o problema mencionado, no entanto, a instituição ainda não tem um sistema automatizado para a tal atividade. Para esta pesquisa serão utilizados algoritmos e base de dados fictícias como base de testes, e linguagem de programação Python com quantitativos de professores, turmas, disciplinas e carga horária.

O algoritmo escolhido passará por várias adaptações inspiradas nas pesquisas bibliográficas relacionadas com o tema. Será necessário um profissional para inserção dos dados que são: professores, turmas, quantidade de aulas por professor/turma, disponibilidades de horários/professores. Num momento posterior será necessário a utilização de uma base de dados real, fornecida pela escola, para comparação e análise dos resultados.

**Definição do Problema**

**Local: Escola Estadual Delfino Magalhães**

Matutino e Vespertino são 25 ha semanal com 5 ha por dia.

Noturno é 20 ha semanal com 04 ha por dia.

Fundamental 1 -> 1o. per ao 5o. Per - Delfino não tem fundamental 1.

O Delfino Magalhães possui as seguintes turmas

* Fundamental 2 -> 6o. per ao 9o. Per
* Ensino Médio -> 1o., 2o. e 3o. Períodos (2o. Grau)

A escola conta com 16 salas de aulas para distribuir 22 Turmas e . As 22 turmas se distribuem da seguinte forma

* 14 turmas no matutino:
  + 04 turmas do fund 2: 6o., 7o., 8o. e 9o períodos;
  + 04 turmas do 1o. ano do Ensino Médio;
  + 03 turmas do 2o. ano do Ensino Médio;
  + 03 turmas do 3o. ano do Ensino Médio

Disciplinas: portugues 04 ha; Inglês 2 ha; Artes 1 ha; Ed.Física 2 ha; Matemática 04 ha; Física 2 ha; Quimica 2 ha; Biologia 2 ha; Geografia 2 ha; História 2 ha; Sociologia 1 ha; Filosofia 1 ha;

* 06 turmas no Vespertino:
  + 04 turmas fund 2: 6o., 7o., 8o. e 9o períodos;
  + 01 turma do 1o. ano do Ensino Médio;
  + 01 turma do 2o. ano do Ensino Médio;
* 02 turmas no Noturno
  + 01 turma do 1o. ano do Ensino Médio;
  + 01 turma do 3o. ano do Ensino Médio.

**Disciplinas do 3 ano do Ensino Médio**: 12 disciplinas distribuídas da seguinte forma:

* 02 disciplinas de 04 ha: Portugues e Matemática
* 07 disciplinas de 02 ha: Inglês, Ed.Física, Física, Quimica, Biologia, Geografia e História;
* 03 disiciplinas de 01 ha: Artes, Sociologia e Filosofia.

Os professores alocados às disciplinas (turno/turma) podem apresentar restrições quanto à sua disponibilidade.

**14 Turmas matutino 2021-I:** 04 do Fundamental II e 10 do Ensino Médio

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **H.Aula** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **T6** | **T7** | **T8** | **T9** | **T10** | **T11** | **T12** | **T13** | **Tm** |
| D1 | A1 | P08 | P27 | P13 | P18 | P11 | P25 | P19 | P26 | P30 | P05 | P24 | P10 | P04 | P29 |
| A2 | P03 | P27 | P18 | P08 | P04 | P13 | P25 | P19 | P24 | P10 | P30 | P11 | P05 | P26 |
| A3 | P08 | P18 | P03 | P19 | P25 | P04 | P26 | P13 | P05 | P24 | P10 | P30 | P11 | P29 |
| A4 | P09 | P03 | P27 | P08 | P13 | P24 | P04 | P25 | P10 | P30 | P26 | P05 | P29 | P11 |
| Ah | P09 | P08 | P27 | P03 | P26 | P18 | P13 | P04 | P05 | P25 | P10 | P24 | P29 | P30 |
| D2 | A1 | P14 | P19 | P06 | P08 | P18 | P25 | P29 | P04 | P12 | P05 | P10 | P17 | P30 | P24 |
| A2 | P08 | P18 | P13 | P14 | P24 | P29 | P04 | P19 | P16 | P10 | P12 | P25 | P05 | P17 |
| A3 | P19 | P14 | P18 | P08 | P25 | P30 | P29 | P16 | P10 | P05 | P23 | P17 | P24 | P04 |
| A4 | P14 | P08 | P19 | P06 | P29 | P04 | P13 | P12 | P05 | P24 | P16 | P10 | P17 | P25 |
| Ah | P06 | P08 | P14 | P18 | P04 | P13 | P16 | P29 | P10 | P30 | P17 | P05 | P25 | P12 |
| D3 | A1 | P09 | P14 | P20 | P08 | P29 | P27 | P13 | P25 | P05 | P15 | P12 | P23 | P17 | P30 |
| A2 | P27 | P08 | P14 | P20 | P24 | P29 | P23 | P13 | P15 | P12 | P25 | P30 | P05 | P17 |
| A3 | P08 | P31 | P14 | P27 | P13 | P23 | P20 | P29 | P30 | P17 | P24 | P04 | P05 | P25 |
| A4 | P31 | P08 | P20 | P14 | P30 | P13 | P12 | P29 | P25 | P15 | P17 | P05 | P24 | P23 |
| Ah | P08 | P14 | P13 | P20 | P27 | P29 | P17 | P31 | P15 | P05 | P30 | P25 | P23 | P24 |
| D4 | A1 | P14 | P06 | P19 | P20 | P23 | P24 | P13 | P17 | P26 | P10 | P21 | P05 | P12 | P29 |
| A2 | P27 | P19 | P14 | P06 | P30 | P26 | P16 | P17 | P21 | P12 | P10 | P23 | P29 | P05 |
| A3 | P06 | P26 | P13 | P14 | P27 | P16 | P23 | P12 | P17 | P10 | P05 | P24 | P29 | P21 |
| A4 | P19 | P14 | P06 | P27 | P13 | P30 | P20 | P23 | P10 | P21 | P05 | P12 | P26 | P29 |
| Ah | P14 | P06 | P20 | P19 | P29 | P27 | P12 | P13 | P24 | P16 | P23 | P10 | P30 | P05 |
| Ds | A1 | P26 | P14 | P13 | P19 | P23 | P18 | P29 | P31 | P16 | P21 | P25 | P10 | P11 | P05 |
| A2 | P31 | P18 | P26 | P14 | P13 | P29 | P19 | P23 | P12 | P16 | P21 | P11 | P25 | P05 |
| A3 | P14 | P31 | P19 | P26 | P18 | P23 | P29 | P13 | P17 | P25 | P16 | P12 | P21 | P11 |
| A4 | P31 | P19 | P18 | P14 | P11 | P16 | P25 | P29 | P21 | P17 | P05 | P26 | P12 | P23 |
| Ah | P19 | P31 | P14 | P18 | P29 | P13 | P17 | P16 | P25 | P26 | P05 | P21 | P23 | P12 |

350 ocupações

**Início da aula:** 7h00min

**Término da aula:** 11h20min

**Duração de um horário de aula:** 50 min

**Intervalo:** 10 min entre A3 e A4

**06 Turmas vespertino 2021-I:** 04 do Fundamental 2 e 02 do Ensino Médio

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Aula/Dia | Tm+1 | Tm+2 | Tm+3 | Tm+4 | Tv-1 | Tv |
| D1 | A1 | P01 | P22 | P28 | P26 | P04 | P02 |
| A2 | P01 | P22 | P03 | P02 | P04 | P06 |
| A3 | P07 | P03 | P02 | P28 | P26 | P11 |
| A4 | P06 | P02 | P28 | P03 | P11 | P07 |
| Ah | P03 | P06 | P26 | P28 | P11 | P07 |
| D2 | A1 | P02 | P31 | P18 | P06 | P32 | P11 |
| A2 | P06 | P32 | P02 | P27 | P18 | P31 |
| A3 | P31 | P27 | P06 | P32 | P18 | P11 |
| A4 | P22 | P31 | P01 | P27 | P02 | P21 |
| Ah | P31 | P27 | P02 | P18 | P06 | P32 |
| D3 | A1 | P31 | P22 | P28 | P20 | P32 | P15 |
| A2 | P22 | P02 | P01 | P32 | P15 | P21 |
| A3 | P01 | P22 | P20 | P02 | P15 | P31 |
| A4 | P22 | P31 | P01 | P28 | P32 | P15 |
| Ah | P01 | P32 | P28 | P20 | P02 | P11 |
| D4 | A1 | P07 | P02 | P28 | P20 | P32 | P09 |
| A2 | P02 | P09 | P20 | P32 | P07 | P26 |
| A3 | P02 | P09 | P20 | P28 | P07 | P32 |
| A4 | P26 | P32 | P07 | P28 | P20 | P02 |
| Ah | P09 | P26 | P07 | P02 | P20 | P32 |
| Ds | A1 | P09 | P22 | P18 | P32 | P06 | P16 |
| A2 | P09 | P32 | P01 | P18 | P11 | P06 |
| A3 | P22 | P09 | P06 | P18 | P16 | P32 |
| A4 | P01 | P06 | P18 | P32 | P11 | P16 |
| Ah | P22 | P32 | P01 | P06 | P16 | P09 |

150 ocupações

**Início da aula:** 13h00min

**Término da aula:** 17h20min

**Duração de um horário de aula:** 50 min

**Intervalo:** 10 min entre A3 e A4

**02 Turmas noturno 2021-I:** 01 - 1o. EJA; 01 - 3º EJA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Tv+1 | Tn |
| D1 | A1 | P18 | P07 |
| A2 | P18 | P01 |
| A3 | P07 | P18 |
| Ah-1 | P01 | P18 |
| D2 | A1 | P25 | P25 |
| A2 | P04 | P26 |
| A3 | P04 | P21 |
| Ah-1 | P26 | P04 |
| D3 | A1 | P30 | P15 |
| A2 | P15 | P30 |
| A3 | P15 | P30 |
| Ah-1 | P30 | P15 |
| D4 | A1 | P11 | P01 |
| A2 | P11 | P01 |
| A3 | P01 | P11 |
| Ah-1 | P01 | P11 |
| Ds | A1 | P13 | P19 |
| A2 | P13 | P19 |
| A3 | P19 | P13 |
| Ah-1 | P19 | P13 |

40 Ocupações

**Início da aula:** 19h00min

**Término da aula:** 22h30min

**Duração de um horário de aula:** 50 min

**Intervalo:** 10 min entre A2 e A3

**tm:** quantidade de turmas do turno matutino

**tv**: quantidade de turmas do turno vespertino

**tn**: quantidade de turmas do turno noturno

pm: quantidade de professores do turno matutino

pv: quantidade de professores do turno vespertino

pn: quantidade de professores do turno noturno

dsm: quantidade de dias da semana com aulas no turno matutino

dsv: quantidade de dias da semana com aulas no turno vespertino

dsn: quantidade de dias da semana com aulas no turno noturno

hm: quantidade de períodos horários de aula do matutino

hv: quantidade de períodos horários de aula do vespertino

hn: quantidade de períodos horários de aula do noturno

**h:** período horário de aula

d: dias da semana com aula

t: turmas de alunos

p: professores

Variáveis de Definição

* Quantidade de aulas de cada professor pi para cada turma ti
* Disponibilidade semanal de cada professor pi
* Número de turmas de cada turno.
* Quantidade de períodos horários por dia por turma
* Quantidade de dias da semana com aula

Função Objetivo

Minimização do somatório penalizado de infrações ocorridas principalmente nas restrições referentes aos professores.

Minimização do somatório penalizado de violações ocorridas principalmente nas restrições relacionadas às turmas.

Restrições

**1. Hard Constraints:** Representam restrições obrigatórias que se não atendidas inviabiliza uma solução.

**// a). Sobreposição de período horário de aula**: Cada professor e turma são atribuídos a no máximo uma aula e uma sala por período horário.

**// b). Limite diário do número de aulas por disciplina:** O limite diário do número de aulas para cada disciplina por turma não deve ser ultrapassado.

**// c). Disponibilidade de professores:** A disponibilidade de professores deverá ser respeitada dentro dos limites obrigatórios.

**// d). Carga horária total do professor**. A carga horária semanal do professor não deve ser inferior ao pactuado com a Instituição de Ensino.

**// e) Grade Curricular**: As aulas da grade curricular da turma deverão ser agendadas.

**2. Soft Constraints:**

**// f). Horários sem janelas.** Evitar janelas entre períodos horários.

**// g) Dia de folga para o professor**: O professor com carga horária inferior ao número de aulas semanal das turmas menos um dia , poderá ter direito a um dia de folga, proporcionando satisfação e melhoria na qualidade do ensino.

Modelo Matemático

**Solução do modelo**

Solução gráfica das restrições

Região factível das restrições

Direção de crescimento da função objetivo

Solução do modelo para cada ponto

Interpretação dos resultados

**Validação do modelo**

Atribuição de pontos aleatórios para validar a função do modelo

**Implementação**

Codificação em Pseudo-Linguagem

* 1. Resultados preliminares
  2. Produtos
  3. Cronograma

**3 Conclusão**

**Referências**