

Otimização de Sistemas



• Belo Horizonte – 06 de Maio de 2019 •

Gestão de Tarefas

Gabriel Luciano

Geovane Fonseca

Luigi Domenico

Sumário

- Caracterização sobre a Ilha
- Exemplo
- Modelo matemático
- Solução Proposta
- Dualidade
- Desafios encontrados;

1. Contextualização sobre a ilha



Contextualização sobre a ilha

- Desenvolvimento de trabalhos em grupo;
- Distribuição de trabalhos para cada participante;
- Grau de dificuldade de cada trabalho;
- Competência de cada aluno em relação a cada disciplina;
- Maximizar a qualidade dos trabalhos.

0 problema identificado

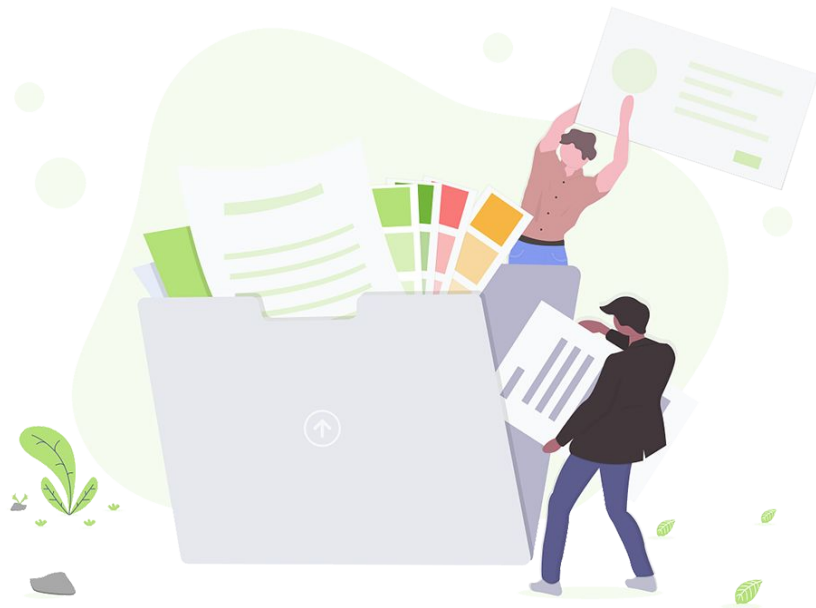
Problema:

Dividir tarefas entre alunos.

Dificuldades:

- Competência de cada aluno;
- Grau de dificuldade de cada tarefa.

2. Exemplo



Exemplo

Tarefas: Foram utilizadas as tarefas em grupo que estão sob demanda no curso de Ciência da Computação do sétimo período da PUC Minas no primeiro semestre de 2019

Alunos: Membros do grupo

Exemplo

Competências

| | Tarefa 1 | Tarefa 2 | Tarefa 3 | Tarefa 4 | Tarefa 5 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Aluno 1 | 3 | 5 | 5 | 3 | 8 |
| Aluno 2 | 8 | 5 | 5 | 2 | 3 |
| Aluno 3 | 8 | 3 | 3 | 2 | 2 |

Dificuldade

| | Dificuldade |
|----------|-------------|
| Tarefa 1 | 13 |
| Tarefa 2 | 8 |
| Tarefa 3 | 8 |
| Tarefa 4 | 13 |
| Tarefa 5 | 5 |

3.

Modelo Matemático



Modelo Matemático (Genérico)

Função Objetivo:

$$F.O \longrightarrow \max Z = \sum_{a=1}^n \sum_{t=1}^k c_a^t * x_a^t$$

Modelo Matemático (Genérico)

Restrições:

$$\sum_{t=1}^k x_{a_i}^t \geq 1 \quad \forall a_i \in A \quad (1)$$

$$1 \leq \sum_{a=1}^n c_a^{t_i} * x_a^{t_i} \geq d_{t_i} \quad \forall t_i \in T \quad (2)$$

$$x_{a_i}^{t_j} \geq 0 \quad \forall a_i \in A, \forall t_j \in T \quad (3)$$

Modelo Matemático (Exemplo)

Função Objetivo:

$$\begin{aligned} F.O \rightarrow \max Z = & 3x_{a_1}^{t_1} + 5x_{a_1}^{t_2} + 5x_{a_1}^{t_3} + 3x_{a_1}^{t_4} + 8x_{a_1}^{t_5} + \\ & 8x_{b_1}^{t_1} + 5x_{b_1}^{t_2} + 5x_{b_1}^{t_3} + 2x_{b_1}^{t_4} + 3x_{b_1}^{t_5} + \\ & 8x_{c_1}^{t_1} + 3x_{c_1}^{t_2} + 3x_{c_1}^{t_3} + 2x_{c_1}^{t_4} + 2x_{c_1}^{t_5} \end{aligned}$$

Modelo Matemático

(Exemplo)

Restrição dos Alunos:

$$x_{a_1}^{t_1} + x_{a_1}^{t_2} + x_{a_1}^{t_3} + x_{a_1}^{t_4} + x_{a_1}^{t_5} \geq 1 \quad (R1)$$

$$x_{a_2}^{t_1} + x_{a_2}^{t_2} + x_{a_2}^{t_3} + x_{a_2}^{t_4} + x_{a_2}^{t_5} \geq 1 \quad (R2)$$

$$x_{a_3}^{t_1} + x_{a_3}^{t_2} + x_{a_3}^{t_3} + x_{a_3}^{t_4} + x_{a_3}^{t_5} \geq 1 \quad (R3)$$

Modelo Matemático

(Exemplo)

Restrição dos Trabalhos:

$$1 \leq 3x_{a_1}^{t_1} + 8x_{a_2}^{t_1} + 8x_{a_3}^{t_1} \leq 13 \quad (R4)$$

$$1 \leq 5x_{a_1}^{t_2} + 5x_{a_2}^{t_2} + 3x_{a_3}^{t_2} \leq 8 \quad (R5)$$

$$1 \leq 5x_{a_1}^{t_3} + 5x_{a_2}^{t_3} + 3x_{a_3}^{t_3} \leq 8 \quad (R6)$$

$$1 \leq 3x_{a_1}^{t_4} + 2x_{a_2}^{t_4} + 2x_{a_3}^{t_4} \leq 8 \quad (R7)$$

$$1 \leq 8x_{a_1}^{t_5} + 3x_{a_2}^{t_5} + 2x_{a_3}^{t_5} \leq 5 \quad (R8)$$

O modelo matemático da solução

Restrição de não negatividade:

$$x_{a_1}^{t_1}, x_{a_1}^{t_2}, x_{a_1}^{t_3}, x_{a_1}^{t_4}, x_{a_1}^{t_5} \geq 0$$

$$x_{a_2}^{t_1}, x_{a_2}^{t_2}, x_{a_2}^{t_3}, x_{a_2}^{t_4}, x_{a_2}^{t_5} \geq 0$$

$$x_{a_3}^{t_1}, x_{a_3}^{t_2}, x_{a_3}^{t_3}, x_{a_3}^{t_4}, x_{a_3}^{t_5} \geq 0$$

4.

Solução Proposta



Instrumentos Utilizados

- Back-end:
 - Python
 - API RESTful
 - Flask RESTPlus
 - PuLP
 - GLPK

Instrumentos Utilizados

- Front-end:
 - Android Studio
 - Kotlin
 - Retrofit
 - Requisições HTTP (GET, POST)

Parâmetros da Interface

- Identificador da simulação
- Nome de cada tarefa
- Dificuldade de cada tarefa
- Nome de cada aluno
- Competência de cada aluno em cada tarefa

Exemplo PuLP

Create the 'prob' variable to contain the problem data

```
prob = LpProblem("Group tasks", LpMaximize)
```

The 2 variables are created as binaries

```
x1t1 = LpVariable("Student 1 - Task 1", cat = LpBinary)
```

```
x1t2 = LpVariable("Student 1 - Task 2", cat = LpBinary)
```

```
:
```

The objective function is added to 'prob' first

```
prob += 3*x1t1 + 5*x1t2 + 5*x1t3 + 3*x1t4 + 8*x1t5 \
```

```
+ 8*x2t1 + 5*x2t2 + 5*x2t3 + 2*x2t4 + 3*x2t5 \
```

```
+ 8*x3t1 + 3*x3t2 + 3*x3t3 + 2*x3t4 + 2*x3t5 \
```

```
, "Allocated members"
```

Exemplo PuLP

The constraints are entered

```
prob += x1t1 + x1t2 + x1t3 + x1t4 + x1t5 >= 1, "Min tasks to member A"
```

```
prob += 3*x1t1 + 8*x2t1 + 8*x3t1 >= 1, "Min complexity to task 1"
```

```
prob += 3*x1t1 + 8*x2t1 + 8*x3t1 <= 13, "Max complexity to task 1"
```

```
⋮
```

Exemplo PuLP

The problem is solved using PuLP's GLPK

```
prob.solve(pulp.GLPK())
```

Each of the variables is printed with it's resolved optimum value

```
for v in prob.variables():
```

```
    print(v.name, "=", v.varValue)
```

Resposta do Exemplo

| Integrantes | Tarefa I | Tarefa II | Tarefa III | Tarefa IV | Tarefa V |
|-------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

4.1

API Restful (Backend)



API Restful

GET

`/api/simulations/` List of Simulations

POST

`/api/simulations/`

GET

`/api/simulations/{id}`

Resultado

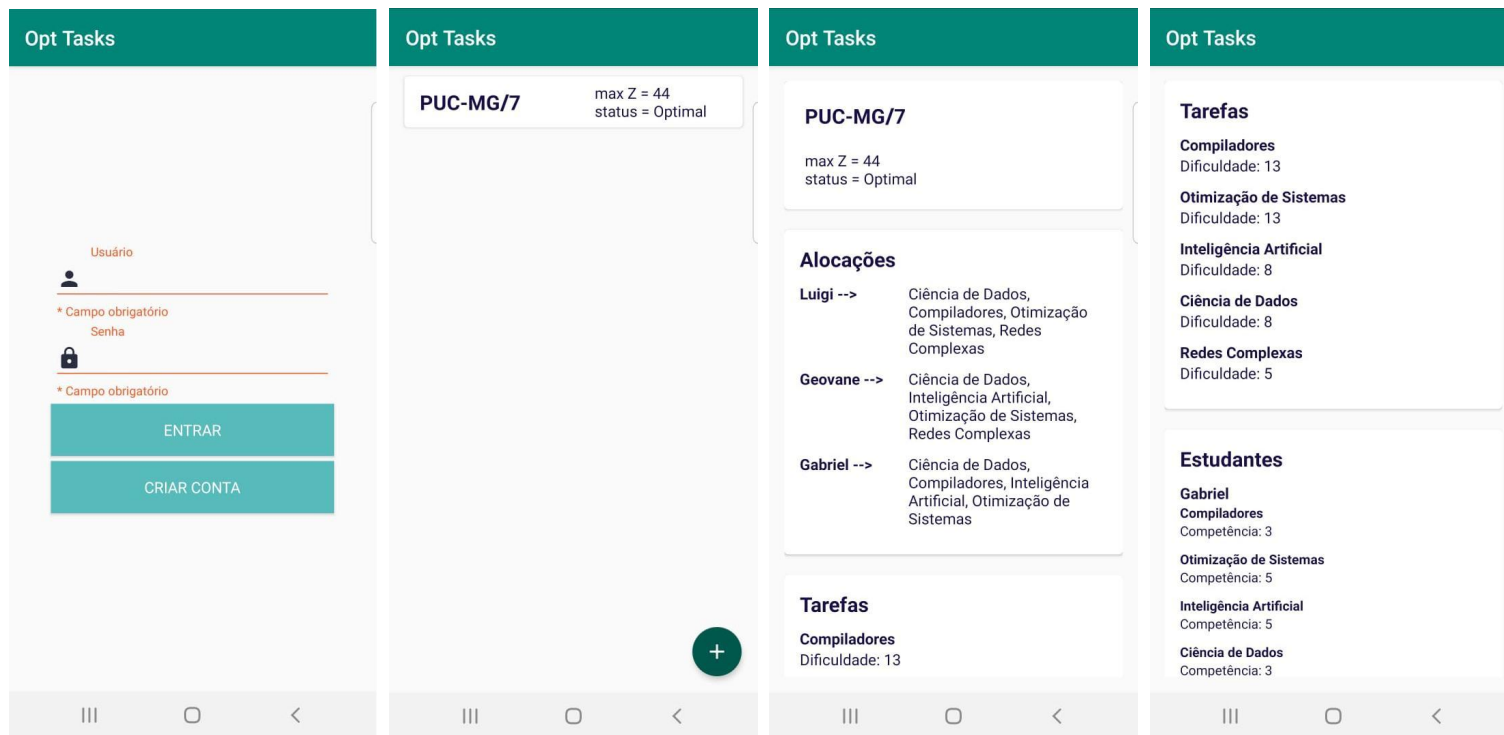
```
z: 39
✓ allocations: Array
  ✓ 0: Object
    student: "Gabriel"
    > tasks: Array
  ✓ 1: Object
    student: "Luigi"
    > tasks: Array
  ✓ 2: Object
    student: "Geovane"
    > tasks: Array
```

4.2

Aplicação Móvel (Frontend)



Aplicação Móvel



Aplicação Móvel

Opt Tasks

Estudantes

Gabriel
Compiladores
Competência: 3

Otimização de Sistemas
Competência: 5

Inteligência Artificial
Competência: 5

Ciência de Dados
Competência: 3

Redes Complexas
Competência: 8

Luigi
Compiladores
Competência: 8

Otimização de Sistemas
Competência: 5

Inteligência Artificial
Competência: 5

Ciência de Dados
Competência: 2

Redes Complexas
Competência: 3

Geovane

Opt Tasks

T1

13

T2

8

T3

8

T4

5

T5

2

+

Tarefa

Dificuldade

Opt Tasks

Estudante

Luigi

T1: 8

T2: 5

T3: 5

T4: 5

T5: 2

+

Nome da simulação

Teste

Opt Tasks

Luigi [8, 5, 5, 5, 2]

Gabriel [5, 8, 5, 2, 2]

Estudante

T1: Competência

T2: Competência

T3: Competência

T4: Competência

T5: Competência

+

5. Dualidade



Primal

Função Objetivo:

$$F.O \longrightarrow \max Z = 3x_{a_1}^{t_1} + 5x_{a_1}^{t_2} + 8x_{a_2}^{t_1} + 5x_{a_2}^{t_2}$$

sujeito à:

$$x_{a_1}^{t_1} + x_{a_1}^{t_2} \geq 1 \quad (R1)$$

$$x_{a_2}^{t_1} + x_{a_2}^{t_2} \geq 1 \quad (R2)$$

$$1 \leq 3x_{a_1}^{t_1} + 8x_{a_2}^{t_1} \leq 13 \quad (R5)$$

$$1 \leq 5x_{a_1}^{t_2} + 5x_{a_2}^{t_2} \leq 8 \quad (R6)$$

Primal

Resultado:

| Integrantes | Tarefa I | Tarefa II |
|-------------|----------|-----------|
| 1 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 1 |

$$Z = 16$$

Dual

$$F.O \longrightarrow \min Zy = -y_1 - y_2 - y_3 - y_4 + 13y_5 + 8y_6$$

sujeito à:

$$- y_1 - 3y_3 + 3y_5 \geq 3 \quad (R1)$$

$$- y_1 - 5y_4 + 5y_6 \geq 5 \quad (R2)$$

$$- y_2 - 8y_3 + 8y_3 \geq 8 \quad (R3)$$

$$- y_2 - 5y_4 + 5y_6 \geq 5 \quad (R4)$$

Dual

Resultado:

| Variáveis | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|
| Valor | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

$$Z = 21$$

6.

Desafios

Encontrados



Desafios Encontrados

- Definição da melhor forma de modelar o problema;
- Definição das restrições;
- Modelagem de interface;
- Biblioteca GLPK;
- Implementação GLPK;
- Aplicação móvel;
- Integração banco de dados não relacional;
- Heroku;

Desafios Encontrados

- Modelo dual
- Análise de sensibilidade
 - Programação Inteira

Obrigado!

Alguma dúvida?

