

## **Alocação de Salas Objetivando a Minimização de Deslocamentos dos Alunos pelo Campus Central da Universidade de Passo Fundo**

**Rosana Maria Luvezute Kripka**

Universidade de Passo Fundo - Instituto de Ciências Exatas e Geociências  
99001-970, Passo Fundo, RS  
E-mail: rkripka@upf.br

**Moacir Kripka**

Universidade de Passo Fundo – Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
99001-970, Passo Fundo, RS  
E-mail: mkripka@upf.br

### **RESUMO**

No contexto de Problemas de Organização Acadêmica, apresenta-se uma formulação matemática para o Problema de Alocação de Salas de Aula (PAS, ou *Classroom Assignment Problem*), o qual se refere à atribuição de salas de aula às turmas de alunos, respeitando restrições tais como o número de alunos e a capacidade de cada sala, com objetivo de contemplar o problema enfrentado na Universidade de Passo Fundo (UPF), localizadas na região sul do Brasil. A UPF possui mais de 17 mil alunos de graduação, a maioria destes estudando no campus central, sendo uma parcela significativa no período da noite. A formulação elaborada objetiva não apenas a alocação das salas, mas também a minimização dos deslocamentos dos alunos pelo campus, buscando acomodá-los em salas próximas aos prédios onde seus cursos estão sediados.

O Problema de Alocação de Salas é referido na literatura como um problema pertencente à classe NP-difícil, para os quais a obtenção da solução ótima do problema, em um período de tempo aceitável, não é uma tarefa simples ([5]). Para problemas combinatórios dessa natureza, a utilização de métodos baseados em programação matemática exata se mostra pouco eficiente mesmo para problemas de pequena ou média dimensão. Em função disso, métodos heurísticos vêm sendo empregados com êxito não apenas para a alocação de salas, mas para outras classes de problemas de organização acadêmica ([1], [2], [4] e [5]).

Usualmente, em problemas de alocação de salas, busca-se minimizar uma função objetivo que consiste num somatório das próprias restrições do problema, as quais são classificadas em essenciais e não essenciais, com atribuição de pesos conforme sua importância relativa. Aos requisitos essenciais são atribuídos pesos relativos grandes com objetivo de eliminar as soluções não factíveis. Diferentemente, na presente formulação proposta pelos autores, o objetivo consiste na minimização da distância a ser percorrida pelos alunos, com relação ao prédio de origem de seu curso. Assim, caso uma turma necessite ser acomodada em outro prédio que não sua sede, o custo dessa operação será obtido pelo produto da distância até a sede pelo número de alunos matriculados na disciplina correspondente.

As restrições essenciais empregadas na formulação do problema, que são comuns aos problemas de alocação de salas, são: duas disciplinas não podem ocorrer simultaneamente em uma mesma sala; uma disciplina não pode ocorrer em mais de uma sala no mesmo instante e a capacidade da sala deve ser maior ou igual ao número de alunos inscritos para aquela aula. Todas as restrições listadas possuem caráter impeditivo, ou seja, só serão aceitas as soluções que atendam simultaneamente a todas. Além dessas, foi considerada ainda uma restrição de caráter não impeditivo, relativa à existência de uma sobra de lugares na sala, com relação ao número de alunos inscritos na disciplina a ser ministrada nesta sala. Cabe observar que, em caso de necessidade de mudança em uma das salas originalmente atribuídas, pode ocorrer a alteração de um número significativo de trocas de sala, justificando-se assim que se atribua, sempre que possível, uma sala com número de lugares maior que o número exato de alunos originalmente matriculados. Em função das considerações efetuadas, o problema de alocação de salas de aula foi formulado como:

$$\text{Minimizar} \quad \sum_{i=1}^{nd} \sum_{j=1}^{ns} X_{ij} D_j N_i \quad (1)$$

$$\text{sujeito a} \quad \sum_{j=1}^{ns} X_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, nd \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{nd} X_{ij} \leq 1, \quad j = 1, \dots, ns \quad (3)$$

$$N_i \leq X_{ij} C_j, \quad i = 1, \dots, nd, \quad j = 1, \dots, ns \quad (4)$$

$$N_i + \delta \leq X_{ij} C_j, \quad i = 1, \dots, nd, \quad j = 1, \dots, ns \quad (5)$$

Na formulação anterior,  $X_{ij}$  é uma matriz binária, na qual cada coeficiente assume valor unitário se a disciplina  $i$  for atribuída à sala  $j$ , e valor nulo em caso contrário. Na função objetivo (Eq.1),  $D_j$  indica a distância da sala  $j$  à sede, ou seja, da sala atribuída à disciplina ao prédio de origem do curso, e  $N_i$  o número de alunos da disciplina  $i$ . Nos somatórios,  $nd$  representa o número total de disciplinas e  $ns$  o número de salas disponíveis. As Eq. 2 e 3 correspondem, respectivamente, às condições de que cada disciplina deve ser atribuída a uma sala, e cada sala deve comportar no máximo uma disciplina. Na Eq. 4 tem-se que o número de alunos da disciplina  $i$  não deve superar a capacidade da sala  $C_j$  à ela atribuída. Por fim, a relação descrita na Eq. 5 corresponde à restrição não impeditiva, segundo a qual é aconselhável um folga ou reserva  $\delta$  em cada sala.

O processo de otimização foi realizado através do método *Simulated Annealing* [3] Na implementação do problema, as restrições não atendidas foram consideradas por meio da penalização da função objetivo, empregando-se fatores de penalização distintos para cada grupo de restrições, conforme o caráter impeditivo ou não destas restrições.

Foram obtidos resultados otimizados a partir da aplicação da formulação à alocação de salas do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, permitindo uma melhora significativa na distribuição efetuada pela forma usual [4]. Em todas as otimizações realizadas obteve-se soluções factíveis melhores que as praticadas, o que indica que o modelo proposto além de atender as necessidades do referido Instituto, propõe soluções melhores do que as elaboradas manualmente.

Acredita-se que a formulação matemática apresentada, com pequenas adaptações, poderá resolver problemas específicos de outras Instituições de ensino.

## Referências

- [1] Alvarez-Valdés, R., Crespo, E. and Tamarit, J.M., Tabu Search: an Efficient Metaheuristic for University Organization Problems. *Investigacion Operacional*, vol. 22, no. 2, 2001.
- [2] Dammak, A., Elloumi, A., Kamoun, H. and Ferland, J.A. Course Timetabling at a Tunisian University: A Case Study. *J Syst Sci Syst Eng*, 17(3), 2008.
- [3] Kirkpatrick, S., Gelatt, C.D. and Vecchi, M.P. Optimization by Simulated Annealing, *Science* 220, 4598, pp. 671-680, 1983.
- [4] Kripka, R.M.L e Kripka, M., “Simulated Annealing Aplicado na Otimização da Alocação de Salas em Instituição de Ensino Superior”. In: XXXI CILAMCE, Buenos Aires/Argentina. 2010.
- [5] Subramanian, A., Medeiros, J.M.F., Cabral, L.A.F.e Souza, M.J.F. “Aplicação da metaheurística Busca Tabu na resolução do Problema de Alocação de Salas do Centro de Tecnologia da UFPB”. *ENEGEP*, 2006.