

# Geração automática de horários escolares utilizando Algoritmos de Satisfação de Restrições

**Claudenir de F. Machado, Patrick P. Silva, Ricardo V. Saggiaro, Márcio Cardim,  
Elvio Gilberto da Silva.**

Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas – Universidade Sagrado Coração (USC)  
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Bauru – SP – Brasil

claudenirfreitas.cf@gmail.com, patrick.silva@usc.br,  
ricardo@infotask.com.br, marciocardim@usc.br,  
egsilva@usc.br

***Abstract.** Currently, many educational institutions have a great difficulty with the generation of school timetables, since to generate these schedules manually is necessary to comply with several constraints. Thus, a problem with such features requires for its resolution methods for decomposition and search for solutions. In this context, the automation of the process of generating school day can bring benefits, justifying this way, research in this area. Based on this principle, using the concept of Constraint Satisfaction Problems (PSR), this research aims to develop a tool that will treat all information relevant to the problem mentioned in order to automatically generate schedules respecting each restriction imposed over process. The tool will be developed based on a specific environment for a particular course and university.*

***Resumo.** Atualmente, diversas Instituições de ensino possuem uma grande dificuldade com relação à geração de horários escolares, visto que, para gerar estes horários manualmente é necessário respeitar uma série de restrições. Desta forma, um problema com tais características exige, para a sua resolução, métodos para decomposição e busca de soluções. Neste contexto, a automatização do processo de geração de horário escolar pode trazer benefícios, justificando, deste modo, investigações nesta área. Partindo deste princípio e utilizando o conceito de Problemas de Satisfação de Restrições (PSR), esta pesquisa visa o desenvolvimento de uma ferramenta que tratará todas as informações pertinentes ao problema citado, a fim de gerar automaticamente os horários, respeitando a cada restrição imposta ao longo do processo. A ferramenta será desenvolvida considerando um ambiente específico de uma universidade e curso particular.*

## 1. Introdução

Nos dias atuais, a Inteligência Artificial (IA) faz parte de nossas vidas estando presente desde celulares com funcionalidades diversas até mesmo robôs trazem

benefícios à medicina e áreas afins. Dentre diversos tópicos relacionados à área, aqueles que lidam com os chamados problemas de satisfação de restrições permitem utilizar técnicas que visam simplificar a forma como esta classe de problemas pode ser resolvida. Os algoritmos aplicados na resolução destes problemas permitem modelá-los por meio de estados que obedecem a uma representação padrão, estruturada e muito simples, tornando mais fácil resolver problemas extensos. Tais algoritmos auxiliam no desenvolvimento de ferramentas que manipulam uma série de restrições, com o objetivo de chegar a um determinado resultado, respeitando cada condição imposta.

Atualmente, diversas Instituições de ensino possuem uma grande dificuldade com relação à geração de horários escolares. Visto que para gerar estes horários manualmente é necessário respeitar uma série de restrições (disponibilidade de cada professor, a disciplina que condiz com o semestre vigente, a quantidade de turmas e a relação entre professor-disciplina). Desta forma, um problema com tais características exige, para a sua resolução, métodos para decomposição e busca de soluções.

Neste contexto, a automatização do processo de geração de horário escolar pode trazer benefícios, justificando, deste modo, investigações nesta área. Partindo deste princípio e, utilizando o conceito de PSR, esta pesquisa visa o desenvolvimento de uma ferramenta que tratará todas as informações pertinentes ao problema citado, a fim de gerar os horários, evitando lacunas, respeitando a cada restrição imposta ao longo do processo. Assim, a proposta é criar uma ferramenta com uma interface interativa entre homem-máquina, onde a informação seja de fácil manipulação e que atenda a todas as necessidades impostas.

## **2. Problemas de Satisfação de Restrições (PSR)**

Um problema de satisfação de restrição possui esta definição por possuir um conjunto  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  de variáveis, cada uma com seu domínio  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$  de valores possíveis e um conjunto  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$  de restrições que auxiliam nos valores que cada variável pode assumir.

Segundo Russell et al. (2004), um Problema de Satisfação de Restrição (PSR) é definido por um conjunto de variáveis e restrições, onde cada variável possui um domínio não vazio de valores possíveis. Cada restrição envolve um subconjunto das

variáveis, especificando as combinações de valores permitidas para aquele subconjunto. Uma atribuição que não viola nenhuma restrição é considerada consistente ou válida, além disso, uma atribuição completa é aquela em que toda variável é mencionada. Analisando todo este contexto, a solução para um PSR é uma atribuição completa que satisfaça todas as restrições.

O PSR pode receber uma formulação incremental como um problema de busca padrão da seguinte forma:

- Estado inicial: inicialmente a atribuição fica vazia;
- Função sucessor: os valores a serem inseridos nesta etapa, não podem ser conflitantes com os valores já preenchidos anteriormente;
- Teste de objetivo: a atribuição corrente é completa;
- Custo de caminho: custo constante para todo passo.

A verificação prévia é um método utilizado para melhorar as restrições durante o processo de busca. No caso da coloração dos mapas, quando uma determinada região recebe um tipo de cor, imediatamente os territórios que fazem fronteiras não possuirão a mesma cor no seu conjunto, desta forma o processamento em busca da solução se torna mais ágil visto que as restrições são estreitamente manipuladas neste procedimento.

### **3. Problema de Geração de Horário Escolar em uma Universidade**

Para fins de definição do algoritmo base deste trabalho, foi considerado o contexto particular de uma instituição de ensino superior. A Universidade Sagrado Coração é uma instituição de ensino superior localizada na cidade de Bauru, no estado de São Paulo. Atualmente a Universidade dispõe de aproximadamente 270 professores distribuídos nos 16 cursos na área de Exatas, 9 cursos na área de Saúde, 18 cursos na área de Humanas e 7 cursos de curta duração. Diante destes dados, é possível ter uma dimensão da quantidade de disciplinas vinculadas a cada curso e o nível de complexidade para gerar um horário.

Semestralmente, os horários são gerados mediante a uma série de restrições envolvendo diversas vertentes, elevando assim o seu nível de complexidade. Para que um horário seja considerado ideal, ele deve atender às seguintes restrições:

- Preencher as disciplinas que fazem parte da grade do semestre;

- Preencher as disciplinas de acordo com a disponibilidade dos professores;
- Formular o horário sem lacunas;
- Priorizar o horário de segunda à sexta (período noturno, das 19h00min às 22h15min), caso não seja possível utilizar o sábado de manhã (das 08h00min às 11h15min);

No contexto desta pesquisa, levando em conta o Curso de Ciência da Computação, deverá ser considerado apenas o período noturno. Considera-se também que cada disciplina tem entre 1 e 4 créditos. Cada crédito corresponde à 1 hora-aula.

Uma vez analisados estes pontos, é possível identificar as restrições que fazem parte deste contexto, sendo elas:

- Cada professor pode lecionar até quatro créditos por período;
- Cada professor pode lecionar mais de uma disciplina por semestre;
- Uma disciplina pode conter de um a quatro créditos por período;
- Disciplinas diferentes ministradas pelo mesmo professor não podem coincidir, em termos de horário;
- Um período deve ser preenchido, preferencialmente, por quatro créditos;
- As disciplinas de TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) não precisam estar necessariamente no horário, podendo assim estar em turno alternado;
- As disciplinas cadastradas como 'FIXAS', fazem referências àquelas disciplinas que demandam uma maior quantidade de alunos, sendo assim podem agrupar mais de uma turma;

#### **4. Implementação do sistema**

O funcionamento da ferramenta consiste em três etapas, sendo a informação da entrada (1ª etapa), o processamento da informação (2ª etapa) e, por fim, os resultados.

O processo inicial para geração do horário consiste no preenchimento dos parâmetros na interface gráfica, logo depois é realizado uma seleção (SELECT) para consulta dos professores vinculados às disciplinas selecionadas, em que o mesmo resulta nas variáveis envolvidas, tendo cada uma delas associada uma restritividade que é calculada da seguinte forma:

$\text{Restritividade} = \left( \frac{\sum \text{disciplina}}{\text{Qtde. Disciplinas}} \times 100 \right) + \left( \frac{\sum \text{dias disponíveis}}{\text{Qtde. Dias}} \times 100 \right) / 2$
--

Onde:

- $\Sigma$  Disciplina: quantidade de disciplinas que Professor leciona dentro do horário a ser gerado;
- Qtde. Disciplinas: quantidade de disciplina envolvidas no horário a ser gerado;
- $\Sigma$  dias disponíveis: disponibilidade do Professor mediante ao horário;
- Qtde. Dias: faz referência aos dias semana, sendo assim esta variável é fixa como seis, sendo contabilizado de Segunda à Sábado;
- Restritividade: é a média calculada entre o percentual de disponibilidade e o percentual das disciplinas que englobam o Professor;

O intuito do cálculo da restritividade é medir o percentual de restrição de cada professor com a finalidade de tornar o algoritmo mais assertivo, diminuindo, assim, o número de tentativas no processo de geração do horário. À medida que um professor aloca um horário, automaticamente é realizada verificação prévia, que consiste na atualização dos objetos a fim de que nenhum outro professor venha a alocar a mesma disciplina ou o mesmo dia da semana no mesmo horário. Já o retrocesso ocorre quando o algoritmo chega ao final da lista e não alcança o resultado esperado, deste modo ele volta para a última alocação, e atribui o próximo dia da semana disponível para aquele professor, prosseguindo o algoritmo.

## 5. Resultados

Os testes foram realizados a fim de testar a efetividade da ferramenta dentro do contexto proposto. Após o preenchimento dos parâmetros na interface gráfica (Figura 1), os objetos são carregados respeitando a heurística abordada anteriormente.

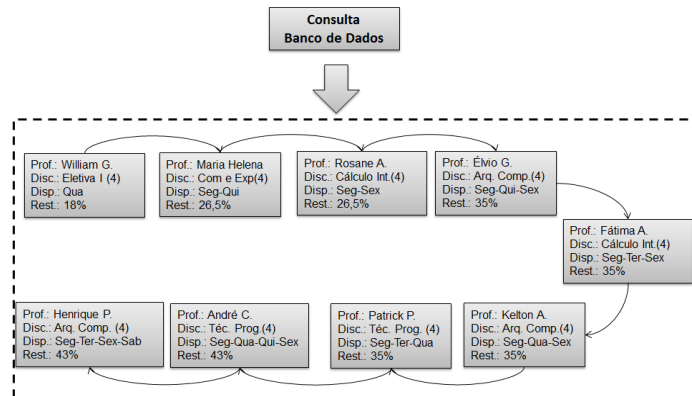


Figura 1 - Geração Horário

Fonte: Autor.

Antes de inicializar o processo de geração do horário, é realizada uma validação que consiste na análise das variáveis envolvidas, a fim de verificar se realmente é possível gera-lo ou não. Na Figura 2, é possível visualizar o funcionamento do algoritmo:



## Figura 2 - Geração horário.

Fonte: Autor.

Nota-se que quando o professor William preenche a quarta-feira com disciplina 'Eletiva I', a verificação prévia é realizada a fim de que nenhum outro professor venha a preencher a mesma disciplina e o mesmo dia e, assim sucessivamente, até atingir o resultado esperado. Por fim, tem-se o horário completamente gerado, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Horário Ciência da Computação 2º Semestre

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Maria H. Com. Exp.	Patrick P. Téc. Prog.	William G. Eletiva I	Élvio G. Arq. Comp.	Rosane A. Cálculo	
Maria H. Com. Exp.	Patrick P. Téc. Prog.	William G. Eletiva I	Élvio G. Arq. Comp.	Rosane A. Cálculo	
Maria H. Com. Exp.	Patrick P. Téc. Prog.	William G. Eletiva I	Élvio G. Arq. Comp.	Rosane A. Cálculo	
Maria H. Com. Exp.	Patrick P. Téc. Prog.	William G. Eletiva I	Élvio G. Arq. Comp.	Rosane A. Cálculo	

Fonte: Autor.

## 6. Considerações finais

O propósito deste trabalho foi demonstrar que o Algoritmo de Satisfação de Restrições (PSR) é eficaz no ato da geração de horários escolares. O trabalho manual requer tempo, e no que diz respeito à geração de horários envolve diversas possibilidades, resultando assim em um processo muito custoso e trabalhoso, deste modo é possível concluir que o Algoritmo processa as informações de forma mais rápida e eficiente, colaborando com a redução de tempo.

Ao decorrer deste trabalho foram encontradas diversas dificuldades, pois para o desenvolvimento não foi utilizado nenhum Framework, desta maneira as informações foram tratadas mediante ao Algoritmo proposto.

Para trabalhos futuros, a aplicação possui alguns aspectos que podem ser aperfeiçoados, como:

- Quantidade de turmas ilimitada no ato da geração do horário;
- Alterar a aplicação de desktop para Web, para que o usuário tenha maior praticidade para manipular as informações;

- No cadastro de disponibilidade do professor, mencionar os horários disponíveis com mais detalhes.

Em síntese o trabalho atingiu o resultado esperado, demonstrando que para gerar um horário escolar é necessário respeitar a uma série de restrições cujo Algoritmo de Satisfação de Restrições possui todo um conceito que auxilia na manipulação destas inter-relações professores, disponibilidade e disciplinas.



## Referência Bibliográfica

ANDERSON, J.A. and Rosenfeld, E. (Eds). (1988). Neurocomputing: Foundations of Research. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

CORDENONSI, A. Z. ; ARAMBURU, L. G. C. ; ALMANCA, L. Resolução do Problema de Quadro de Horários Através de um Algoritmo de Satisfação de Restrições. In: VIII Simpósio de Informática e III Mostra de Software Acadêmico, 2003, Uruguai-RS, 2003.

GUARDA, Álvaro. **CIC250 - Inteligência Artificial**. Ouro Preto - Mg: Universidade Federal de Ouro Preto, 2006. 42 p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/62492025/20/Subida-da-encosta-Hill-Climbing>>. Acesso em: 19 maio 2013

LOBO, Eduardo Luiz Miranda. UMA SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE HORÁRIO ESCOLAR VIA ALGORITMO GENÉTICO PARALELO. 2005. 95 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional, Departamento de Pesquisa e Pós-graduação Curso de Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional, Centro Federal De Educação Tecnológica De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

QUINET, Marcos. Inteligência Artificial. Rio de Janeiro: Marcos Quinet, 2013. 64 p. Disponível em: <[http://www.professores.uff.br/mquinet/06\\_IA.pdf](http://www.professores.uff.br/mquinet/06_IA.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2013.

MORAES, Fernando. Cérebro virtual simula comportamento e realiza tarefas cognitivas. Folha de São Paulo: Ciência, São Paulo, 04 dez. 2012. p. 1-1. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/1195388-cerebro-virtual-simula-comportamento-e-realiza-tarefas-cognitivas.shtml>>. Acesso em: 27 maio 2013.

RUSSELL, Stuart e NORVIG, Peter. 2004. Inteligência Artificial. 2º Edição. Rio de Janeiro : Elsevier, 2004. p. 992.

WINSTON, Patrick Henry. 1987. Inteligência Artificial. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1987. p. 498.