

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ALOCAÇÃO DE PROFESSORES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO EM IES UTILIZANDO A INTERFACE GUSEK

BIANCA CHIMELLI

b_chimelli@live.com

Paulo Cesar Ribas

paulo.ribas@petrobras.com.br

Daiane Rodrigues dos Santos

daiane.santos@uva.br



“Ao iniciar um novo semestre, instituições de ensino superior (IES) são encarregadas de distribuir entre os integrantes do corpo docente as disciplinas de suas respectivas áreas de conhecimento, segundo os horários preestabelecidos pela Instituição, levando em consideração as restrições acadêmicas de cada docente e de sobreposições de horários. Este processo ainda é realizado de forma manual e pouco eficiente em diversas instituições o que consome tempo excessivo e abre margem para inúmeros erros acontecerem consequentes de seu alto grau de complexidade. A dificuldade do problema é ampliada conforme a quantidade de disciplinas, professores e regras condicionantes deste processo também aumentam. Em razão disto, a utilização de técnicas de otimização combinatória torna-se atraente para aprimorar esta ação e seus resultados.”

Palavras-chave: Pesquisa Operacional, Programação Linear, Programação de Horário, timetabling, otimização

1. Resumo

Ao iniciar um novo semestre, instituições de ensino superior (IES) são encarregadas de distribuir entre os integrantes do corpo docente as disciplinas de suas respectivas áreas de conhecimento, segundo os horários preestabelecidos pela Instituição, levando em consideração as restrições acadêmicas de cada docente e de sobreposições de horários. Este processo ainda é realizado de forma manual e pouco eficiente em diversas instituições o que consome tempo excessivo e abre margem para inúmeros erros acontecerem consequentes de seu alto grau de complexidade. A dificuldade do problema é ampliada conforme a quantidade de disciplinas, professores e regras condicionantes deste processo também aumentam. Em razão disto, a utilização de técnicas de otimização combinatória torna-se atraente para aprimorar esta ação e seus resultados.

Este artigo objetiva aplicar estes conceitos através de uma formulação matemática para a obtenção da distribuição otimizada das cargas horárias para o turno noturno do curso de engenharia de produção de uma instituição de ensino superior, satisfazendo as exigências pedagógicas e operacionais da instituição, assim como as disponibilidades de cada professor com relação aos dias e horários de aulas. O processo de otimização ocorre através da Programação Linear e resulta na maximização da qualidade de ensino, atendendo às exigências estabelecidas da universidade. Também são apresentados resultados computacionais de simulações obtidos através da interface Gusek. Duas alternativas de restrição de valor máximo de carga horária foram testadas e foram obtidas soluções viáveis para o problema em ambas hipóteses atendendo à todas as restrições definidas. O resultado da alteração da restrição de carga horária máxima para 15 tempos resultou em uma diminuição na discrepância entre a distribuição de carga horária dos professores.

O artigo está estruturado em dez seções, iniciando com este resumo. Na sequência, a parte introdutória inclui eventos e organizações relacionados à problemas de programação de horário. Seguindo, a justificativa deste artigo e a revisão de literatura são apresentadas. O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas seções, uma de obtenção dos dados e a outra com a construção do modelo matemático de Programação Linear. A sétima seção explica a linguagem GNU *MathProg* utilizada para obter uma resolução numérica com a interface Gusek. Ao final, as últimas seções expõem os resultados, as considerações finais, e recomendações para trabalhos futuros.

2. Introdução

Conforme Spindler (2010) nos últimos 40 anos, a comunidade científica esforça-se para buscar uma solução computacional que auxilie no processo de alocação de recursos sob restrições. Um dos problemas típicos desta natureza é o *timetabling problem* ou problema de programação de horário que pode ser aplicado em diversos contextos, como por exemplo: eventos esportivos, transporte, escalas de funcionários e como no caso deste trabalho, horários educacionais.

Um evento de grande relevância na área é a PATAT, *International Series of Conferences on the Practice and Theory of Automated Timetabling* (Conferência Internacional de Automação de Problemas de Horário), que teve seu início em 1995 e ocorre com periodicidade de dois anos. O PATAT tem apoiado uma série de competições e desafios, investindo de volta na comunidade científica para o benefício do campo. (PATAT 2017)

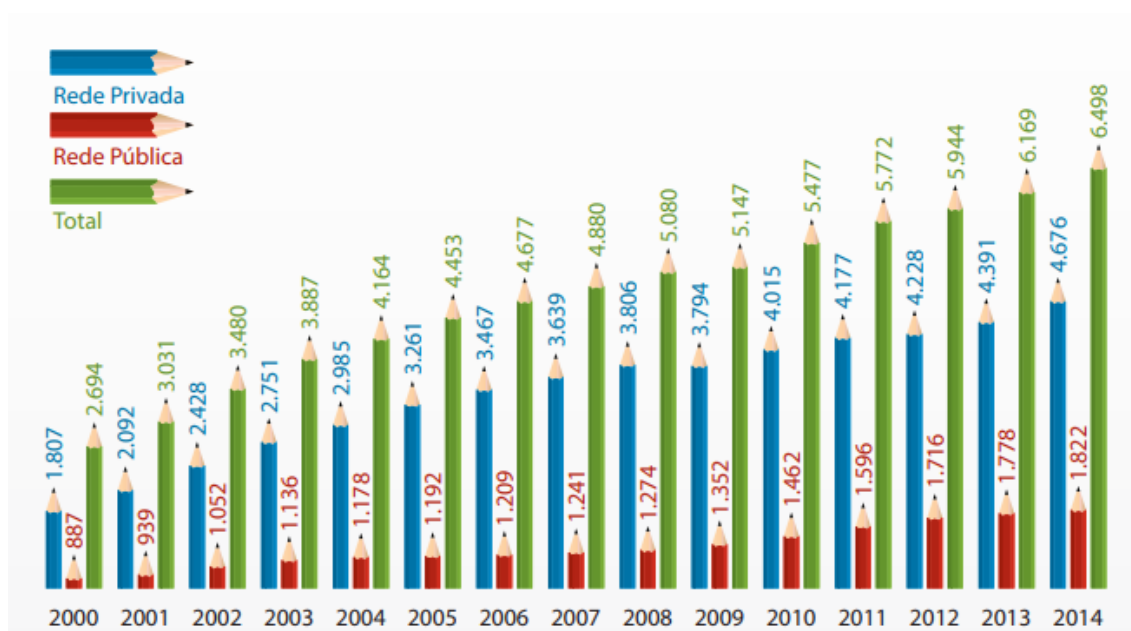
Uma dessas competições é a ITC - *International Timetabling Competition* (Competição Internacional de Produção Automatizada de Quadro de Horários) que é organizada pela *Metaheuristics Network* com apoio da PATAT e já contou com três edições desde 2002. Esta competição visa estimular soluções para este problema comum e complexo enfrentado por milhares de instituições educacionais em todo o mundo. Na edição de 2007 foram consideradas três categorias: Programação de Exames, Programação de Cursos Pós-Matrículas e Programação de Cursos baseada em Currículos. Já a edição de 2011 focou na área de ensino médio. (PATAT 2017)

Casos reais deste problema podem conter grandes números de restrições o que gera alto grau de complexidade em sua solução. No presente estudo, utiliza-se das ferramentas da pesquisa operacional aplicadas ao processo de alocação de professores para obter melhor aproveitamento do corpo docente e de sua disponibilidade, buscar a otimização do processo semestral de formação de horário aplicado ao contexto universitário e melhorar a qualidade de ensino aumentando a probabilidade do professor lecionar disciplinas de maior aderência, respeitando as restrições estabelecidas pela instituição. Diante disso, este estudo tem como objetivo desenvolver um modelo que apoie os gestores de uma universidade no processo de construção das grades horárias das aulas.

3. Justificativa

Devido à alta complexidade do problema, para Carvalho (2011) o auxílio computacional torna-se indispensável na geração, ou adaptação de quadros de horários considerando a expansão do ensino superior no país devido às bolsas e financiamentos Reuni, Fies e ProUni, onde o número de cursos, alunos e professores cresceram consideravelmente nos últimos anos.

FIGURA 1 – Matrículas Cursos Presenciais - Brasil



FONTE: SINDATA /SEMESP | BASE: Censo INEP (2016)

Em 14 anos, o Brasil registrou um crescimento de 200% no total de cursos presenciais, chegando a 31.642 em 2014. (SEMESP, 2016)

O trabalho justifica-se, pois, uma alocação de docentes feita de forma inadequada pode gerar impactos financeiros negativos à instituição de ensino, tornando necessária contratação de maior corpo docente ou até mesmo ultrapassar alguma restrição legal das leis trabalhistas.

Lara (2006) *apud* Carvalho (2011) exemplifica que os conceitos obtidos nas Avaliações Institucionais de IES brasileiras, as quais estão sujeitas a um mecanismo de avaliação oficializado pelo Ministério da Educação (MEC), podem ser impactados pelas soluções de quadro de horários. Isso porque o currículo de disciplinas e consequentemente o quadro de horários, estão na base estrutural da organização de uma IES.

4. Revisão de literatura

Conforme Souza (2000), os primeiros esforços voltados a resolução de problemas de programação de horários foram feitos na década de 60, com os trabalhos precursores de Csima e Gotlieb (1964) e Gotlieb (1962).

“Desde então, mais de 700 publicações sobre o assunto foram escritas até o ano de 1995, segundo Bardadym. ” (SOUZA, 2000 p. 2)

Shaefer (1999) categorizou os problemas de programação de horários de acordo com o tipo de instituição e restrições assim abrindo portas para estudos em áreas específicas como Programação de Horários em Escolas, Programação de Horários de Cursos e Programação de Horários de Exames. (KRIPKA *et al.*, 2005)

Souza (2000, p. 2) simplifica o problema de horários como “uma sequência de encontros entre professores e estudantes em um período prefixado de tempo, em geral uma semana, satisfazendo a um conjunto de restrições de várias naturezas. ”

Este trabalho se enquadra na categoria de Programação de Cursos baseada em Currículos que para Cooper (1995) *apud* Spindler (2010) pode ser modelada como um problema matemático de otimização combinatória. A formulação matemática para otimização da distribuição dos professores no curso especificado visa redução no tempo de execução e um melhor planejamento da distribuição das cargas horárias dos professores.

5. Obtenção de dados

A Instituição de Ensino Superior que serviu de base para este estudo tem sua sede no Estado do Rio de Janeiro e optou por manter sigilo a respeito da sua razão social. De acordo com relatórios disponibilizados pela IES, dos 781 alunos matriculados no curso de engenharia de produção 382 estão vinculados ao currículo noturno que é composto por disciplinas do ciclo básico e profissional das engenharias. No ciclo profissional, para este estudo, 34 disciplinas foram estudadas para alocação de professores. Este corpo docente é composto por 19 professores.

Até o presente momento, todo o processo estratégico de geração de horário da Instituição, alocação de professor e até mesmo distribuição de salas ocorre de maneira manual com o

auxílio apenas de planilhas de Excel que após semanas de planejamento e análises, envolvendo diferentes equipes de trabalhos, são inseridas ao sistema, também de forma manual. Este processo ocorre semestralmente e segue restrições preestabelecidas pela universidade. A Figura 2 apresenta o modelo que cada responsável pelo curso deve preencher para posteriormente ser aprovado pelos superiores, que manualmente verificam se as restrições institucionais são atendidas. Caso não, o modelo volta ao coordenador encarregado que deve realizar ajustes e repetir o processo.

Figura 2 – Modelo de Programação de Horário de IES

CURSO - NOITE
ANO-SEMESTRE

Turno: Digitar Aqui
Período: 1º Período

HORÁRIO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
18h20min às 19:00min	Nome da Disciplina (A) Professor	Nome da Disciplina (A) Professor	Nome da Disciplina (A) Professor	Nome da Disciplina (A) Professor	Nome da Disciplina (A) Professor	Nome da Disciplina (A) Professor
19:00min às 19h40min	Nome da Disciplina (B) Professor	Nome da Disciplina (B) Professor	Nome da Disciplina (B) Professor	Nome da Disciplina (B) Professor	Nome da Disciplina (B) Professor	Nome da Disciplina (B) Professor
19h40min às 20h20min						
20h20min às 20h30min						
20h30min às 21h10min	Nome da Disciplina (C) Professor	Nome da Disciplina (C) Professor	Nome da Disciplina (C) Professor	Nome da Disciplina (C) Professor	Nome da Disciplina (C) Professor	Nome da Disciplina (C) Professor
21h10min às 21h50min	Nome da Disciplina (D) Professor	Nome da Disciplina (D) Professor	Nome da Disciplina (D) Professor	Nome da Disciplina (D) Professor	Nome da Disciplina (D) Professor	Nome da Disciplina (D) Professor
21h50min às 22h30min						

Fonte: IES estudada (2017)

6. Construção do Modelo Matemático de Programação Linear

Foi desenvolvida uma formulação matemática a partir do método utilizado por Kripka, R., Oro, Kripka, M. (2005) para a maximização da qualidade de ensino que, ao realizar a distribuição da carga horária de professores do curso de Engenharia de Produção de acordo com o Cadastro de Disponibilidade de Docente, atendessem aos horários de disciplinas do turno noturno previamente estabelecido pela coordenação e direção do curso. Vale ressaltar que a habilitação do professor para ministrar as disciplinas foi respeitada assim como os limites de sua carga horária em carteira. Este problema pode ser identificado como um problema de programação linear.

6.1. Restrições

As cinco restrições que englobam o problema são as seguintes:

- a) R1: cada disciplina deve ser vinculada à apenas um professor;
- b) R2: cada professor deve ser vinculado à apenas uma disciplina por horário;
- c) R3: a carga horária mínima do professor é de 2 créditos;

- d) R4: a carga horária máxima do professor e de 36 créditos (esta e a regra institucional, porém, para tentar equilibrar a carga horária dos professores do curso de engenharia de produção, a carga horária máxima foi alterada para 18 créditos);
- e) R5: a disciplina só pode ser vinculada ao professor se seu horário estiver compatível com a disponibilidade do professor.

6.2 Conjuntos e Parâmetros

Abaixo são apresentados os conjuntos de dados do problema. Os conjuntos representam as entidades que são modeladas.

- a) P – conjunto de professores; $p \in P = \{1,2,3,\dots,19\}$;
- b) D – conjunto de dias; $d \in D = \{1,2,3,4,5,6\}$;
- c) H – conjunto de horários; $h \in H = \{1,2\}$;
- d) DIS – conjunto de disciplinas; $dis \in DIS = \{1,2,3,\dots,34\}$.

Abaixo são apresentados os parâmetros do problema. Os parâmetros representam as condições que o modelo deve respeitar.

- a) CHD - quantidade de carga horária por disciplina dis,
- b) ALOC - alocação da disciplina dis no dia d na hora h;
- c) PE - peso da disciplina d de acordo com a aderência do professor p;
- d) DP - disponibilidade do professor p de dar aula no dia d no horário h.

6.2.1. Parâmetro de carga horária

A carga horária total de um professor é constituído pelo somatório das cargas horárias das disciplinas que o mesmo leciona. As 34 disciplinas do curso têm cargas horárias conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Carga Horária por Disciplina

dis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ch	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
dis	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Ch	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fonte: Os Autores (2017)

Exemplo de leitura da Tabela 1: de acordo com Anexo 1, a disciplina 7 equivale a disciplina de Ergonomia que possui 3 tempos de carga horária.

6.2.2. Parâmetro de alocação

Cada disciplina é alocada de acordo com um dia da semana (de segunda a sábado) com opção de dois horários em cada dia; de segunda a sexta no turno noturno e aos sábados no horário da manhã, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Carga Horária por Disciplina

dis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
d	3	3	4	2	1	5	3	2	6	5	3	1	2	5	5	2	4
h	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
dis	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
d	3	6	4	1	6	3	4	2	3	4	3	2	4	4	3	4	5
h	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1

Fonte: Os Autores (2017)

Exemplo de leitura da Tabela 2: de acordo com o Anexo 1, a disciplina 7 equivale a disciplina de Ergonomia e de acordo com o Anexo 2 o dia 3, horário 1 equivale a Quarta-feira às 18:20h.

6.2.3. Parâmetro de peso por habilitação do professor

De acordo com a habilitação do professor, para cada disciplina e para cada professor, atribuiu-se um peso da seguinte forma:

- a) 0: professor não habilitado para ministrar a disciplina;
- b) 1: professor habilitado para trabalhar a disciplina;
- c) 2: professor titular da disciplina.

A atribuição das disciplinas aos professores está condicionada ao fato do professor estar habilitado para ministrar a disciplina, ou seja, é realizada entre aqueles que não possuam peso nulo.

Tabela 3 – Peso por Aderência

DISCIPLINA	PROFESSORES																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
20	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
22	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
26	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
34	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Os Autores (2017)

Exemplo de leitura da Tabela 3: de acordo com o Anexo 1 a disciplina 7 equivale a disciplina de Ergonomia; de acordo com a Tabela 3, a professora 7 é a titular da disciplina atualmente.

6.2.4. Disponibilidade do docente

A obtenção dos dados foi realizada através do relatório de Cadastro de Disponibilidade de Docente e posteriormente gerou-se a Tabela 4 de acordo com as informações obtidas. O número 1 representa os horários disponibilizados pelos respectivos professores.

Tabela 4 – Disponibilidade dos Docentes

p	d1h1	d1h2	d2h1	d2h2	d3h1	d3h2	d4h1	d4h2	d5h1	d5h2	d6h1	d6h2
1									1	1		
2							1	1	1	1		
3	1	1	1	1	1	1	1	1				
4							1					
5			1	1	1	1		1			1	1
6	1	1	1	1							1	1
7					1	1	1	1	1			
8			1	1	1	1						
9			1				1					
10							1					
11	1	1	1	1			1	1				
12					1	1			1	1		
13							1					
14					1	1						
15	1	1			1	1	1	1				
16			1	1	1	1	1	1	1	1		
17	1	1	1	1		1	1	1	1	1		
18									1	1	1	1
19			1	1								

Fonte: Os Autores (2017)

Exemplo de leitura da Tabela 4: O único horário disponibilizado pelo professor 13 é o dia 4, horário 1 (conforme Anexo 2 corresponde à Quinta-feira no primeiro horário).

6.3 Variáveis

A variável x é uma variável binária que representa a distribuição dos professores para as disciplinas.

6.4 Função Objetivo

A função objetivo visa maximizar a melhoria de ensino, supondo que quanto maior a aderência do professor à disciplina melhor a condição do ensino desta mesma disciplina. A melhoria de ensino é calculada como o somatório do produto do número de créditos de cada disciplina atribuída ao professor, pelo seu respectivo peso. A função objetivo utilizada é a seguinte:

Maximizar:

$$S(x) = \sum_{dis} \sum_p (X * CHD * PE)$$

7. Linguagem GNU *MathProg*

De acordo com o Manual de Referência de Linguagem GNU *MathProg*, esta é uma linguagem de modelagem destinada a descrever modelos matemáticos de programação linear. As descrições de modelos escritos na linguagem GNU *MathProg* consistem em um conjunto de declarações e blocos de dados construídos pelo usuário a partir de elementos de linguagem específicos. Em um processo chamado *translation*, um programa chamado *model translator* analisa a descrição do modelo e o converte em estruturas de dados internas, que podem ser usadas para gerar instância de problema de programação matemática ou obter diretamente uma solução numérica para problema através de um programa chamado de *solver*.

8. Resultados

a) Resultados para R4 carga horária máxima do professor de 36 créditos;

As linhas da Tabela 5 representam as disciplinas do ciclo profissional do curso de engenharia de produção e as colunas os professores.

Tabela 5 – Alocação de Professores a Disciplinas – max 36 créditos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Relatório gerado pelo GUSEK (2017)

Exemplo de leitura de resultados: De acordo com a Tabela 5, o professor 16 foi atribuído às disciplinas 11, 14, 15, 24, 32 e 33. Conforme o Anexo 1, as disciplinas 11, 14, 15, 24, 32 e 33 correspondem respectivamente às disciplinas Pesquisa Operacional, Análise de Decisão Aplicada à Gerência, Análise de Decisão Aplicada à Gerência, Modelagem de Sistemas

Discretos, Top Esp em Simulação Aplicada à Engenharia de Produção e Top Esp em Simulação Aplicada à Engenharia de Produção.

Todas as restrições foram respeitadas pois, nenhuma disciplina foi atribuída a mais de um professor, a todos os professores foram atribuídos pelo menos uma disciplina de dois créditos, nenhum professor ficou com mais de 36 créditos de disciplinas atribuídos a ele, e todos os horários disponibilizados pelos professores foram respeitados. (Ver seção 6.2).

b) Resultados para R4 carga horária máxima do professor de 15 créditos.

As linhas representam as disciplinas do ciclo profissional do curso de engenharia de produção e as colunas os professores:

Tabela 6 – Alocação de Professores a Disciplinas – max 15 créditos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Relatório gerado pelo GUSEK (2017)

Exemplo de leitura de resultados: De acordo com a Tabela 6, o mesmo professor 16 foi atribuído 1 disciplina a menos quando comparado à Tabela 5. A disciplina 15, Análise de Decisão Aplicada à Gerência, neste modelo, atribuiu ao professor 18.

Esta alteração na restrição de carga horária máxima resultou em uma distribuição de carga horária mais equilibrada entre os professores. Foram respeitadas todas as restrições e foi gerado um resultado possível de distribuição de docentes para a alocação de disciplinas conforme horário preestabelecido pela instituição.

9. Considerações Finais

A partir de uma análise teórica dos conceitos de Pesquisa Operacional e suas ferramentas, uma formulação matemática foi desenvolvida e apresentada neste artigo descrevendo o processo de alocação de professores do curso de Engenharia de Produção nas disciplinas noturnas do ciclo profissional do curso em uma IES. A utilização desta ferramenta pode servir de apoio aos gestores da IES no processo citado, ocasionando redução de tempo do processo e redução de erros devido a precisão do *solver* em relação as restrições.

O processo atual de montagem de horários e alocação de professores da instituição foi avaliado identificando suas restrições. Também foi construído um modelo matemático que representasse o sistema compreendendo suas variáveis, restrições e objetivos. O modelo foi construído utilizando-se técnicas de programação linear e calculado através do *solver* Gusek resultando em soluções que atendem a todos os requisitos do problema.

Pelos resultados obtidos através da interface Gusek, observa-se que todas as restrições foram atendidas, e mesmo com a alteração na restrição de valor máximo de carga horaria também foi possível obter uma solução viável para a distribuição das disciplinas. Também foi possível observar que as restrições pedagógicas dos professores foram respeitadas e que não houve choque de horário entre disciplinas, um erro comum que se ocorre no processo quando realizado manualmente.

10. Recomendações para trabalhos futuros

Como sugestões de pesquisas futuras, observa-se a possibilidade de incluir como variável a distribuição de disciplinas, pois em casos reais, o processo de distribuição de disciplinas e de professores ocorre simultaneamente. Pode também ser adicionado ao processo, a alocação de sala de aulas de acordo com as disciplinas confirmadas e o número de salas disponíveis na instituição, otimizando ainda mais o processo.

Outra sugestão para melhoria do processo é a inserção da variável de satisfação dos docentes. Desta maneira, a distribuição das disciplinas será voltada à geração de horários de professores com menos “buracos”, buscando otimizar a sua vinda a instituição.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Rodrigo de. **Abordagem Heurística para o Problema de Programação de Horários de Cursos**. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

KRIPKA, Rosana, ORO, Neuza, e KRIPKA, Moacir. **Distribuição de Cargas Horárias em Instituições de Ensino Superior: Uma Formulação para a maximização do Aproveitamento dos Recursos Humanos**. *Ciência & Engenharia*, V. 14, N. 1, 65-72, 2005.

PATAT - The International Series of Conferences on the Practice and Theory of Automated Timetabling. Disponível em <<http://www.patatconference.org/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

SEMESP. Mapa do Ensino Superior 2016. Disponível em: <http://convergenciacom.net/pdf/mapa_ensino_superior_2016.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017

Sociedade brasileira de pesquisa operacional (SOBRAPO). Disponível em: <<http://www.sobrapo.org.br/quem-somos>>. Acesso: 16 out de 2017

SOUZA, Marcone Jamilson Freitas. **Programação de Horários em Escolas: uma Aproximação por Metaheurísticas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. 149 p. Tese (Doutorado) - Engenharia de Sistemas de Computação – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

SPINDLER, Morgana. **Uma Proposta de Solução para Problemas de Horário Educacional utilizando busca Dispersa e Reconexão por Caminhos**. São Leopoldo: UNISINOS, 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computação Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2010.

ANEXOS

Anexo 1 – Disciplinas presenciais do ciclo profissional da engenharia de produção

dis	DISCIPLINAS
1	FERRAMENTAS ESTAT PARA ENG. PROD
2	FERRAMENTAS ESTAT PARA ENG. PROD
3	CONJUNTURA BRASILEIRA
4	ECONOMIA DA ENGENHARIA
5	ECONOMIA DA ENGENHARIA
6	ENGENHARIA DO TRABALHO
7	ERGONOMIA
8	ENGENHARIA DE METODOS
9	ENGENHARIA DE METODOS
10	GESTAO DE CUSTOS
11	PESQUISA OPERACIONAL
12	PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES
13	PLANEJAMENTO ESTRATEGICO
14	ANÁLISE DE DECISÃO APLICAÇÃO A GERÊNCIA
15	ANÁLISE DE DECISÃO APLICAÇÃO A GERÊNCIA
16	ENGENHARIA DE PROCESSOS
17	ESTUDOS COMPLEMENTARES
18	PLANEJ. CONTR. PRODUCAO I
19	TEORIA DOS JOGOS
20	ANALISE DE RISCO
21	ANALISE ECONOMICA DE PROJETOS
22	ANALISE ECONOMICA DE PROJETOS
23	GERENCIAMENTO DE PROJETOS
24	MOD DE SISTEMAS DISC
25	PLANEJ. CONTR. PRODUCAO II
26	QUALIDADE NA PRODUCAO
27	GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO
28	MONOGRAFIA I
29	TECNOLOGIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS
30	TOP ESP EM GESTAO DO CONHECIMENTO
31	LOGISTICA II
32	TOP ESP EM SIMULAÇÃO APLICADA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
33	TOP ESP EM SIMULAÇÃO APLICADA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
34	TOP ESP EM SUSTENTABILIDADE EM NEGOCIOS

Fonte: Criado pelos autores a partir do relatório vigente da IES estudada (2017)

Anexo2 – Horários do turno noturno

d	h	DIA	HORÁRIO
1	1	Segunda-feira	18:20
1	2	Segunda-feira	20:30
2	1	Terça-feira	18:20
2	2	Terça-feira	20:30
3	1	Quarta-feira	18:20
3	2	Quarta-feira	20:30
4	1	Quinta-feira	18:20
4	2	Quinta-feira	20:30
5	1	Sexta-feira	18:20
5	2	Sexta-feira	20:30
6	1	Sábado	07:30
6	2	Sábado	10:00

Fonte: Criado pelos autores a partir do relatório vigente da IES estudada (2017)