MELHORIA DA CAPACIDADE DE ATENDIMENTO EM POSTOS DE SAÚDE OCUPACIONAL DA EMPRESA ARCELORMITTAL TUBARÃO A PARTIR DA PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA MISTA

Luan Silva Kirmes
Faculdades Integradas Espírito-Santenses – FAESA
Av. Vitória, 2220 - Monte Belo, Vitória - ES, 29053-360
luansk.84@gmail.com

Maristela Cóla Santolin
Faculdades Integradas Espírito-Santenses – FAESA
Av. Vitória, 2220 - Monte Belo, Vitória - ES, 29053-360
mcsantolin@faesa.br

RESUMO

Este artigo propõe alterações na dinâmica da distribuição de trabalho dos técnicos de enfermagem nos dois postos de saúde da empresa siderúrgica ArcelorMittal Tubarão, buscando minimizar a ociosidade por meio da sugestão de uma nova escala, definida a partir de coletas de dados e da proposição de um modelo de Pesquisa Operacional, a qual é um método eficiente para ser aplicado em diversas áreas, incluindo na melhoria da prestação e gestão de serviços na saúde do trabalho, auxiliando gestores na tomada de decisão, e na otimização da programação de serviços de saúde ocupacional, tais como problemas de plantões e escalas sendo escolhida a técnica de Programação Linear Inteira Mista neste trabalho. A aplicação do modelo mostrou resultados satisfatórios reduzindo a ociosidade e melhorando a capacidade de atendimento nos postos médicos da empresa estudada. O setor de saúde enfrenta desafios econômicos e sociais, o que ressalta a relevância deste trabalho.

PALAVRAS CHAVE. Problema de Escalas, Programação de Serviços de Saúde, Programação Linear Inteira Mista.

Área Principal: PO na Área de Saúde, Programação Matemática, PO em Serviços.

ABSTRACT

This article proposes changes in the labor distribution of nursing technicians dynamics in the two health centers of a steel company ArcelorMittal Tubarão, trying to minimize idleness through the suggestion of a new scale, defined from collections data and propose a model of Operational Research, which is an efficient method to be applied in several areas, including in improving the occupational health delivery and management services, helping managers in decision making, and optimizing the programming of occupational health services such as shifts and scales problems. Among the Operations Research techniques, the Mixed Integer Linear Programming. The application of the model showed satisfactory results reducing idleness and improving service capacity in the health centers of the studied company. The healthcare industry is facing economic and social challenges, which underscores the relevance of this work.

KEYWORDS. Health Services Programming. Mixed Integer Linear Programming. Scales Problem.

Main Area: OR in Health. Mathematical Programming. OR in Services.

1. Introdução

A área da saúde vêm enfrentando desafios decorrentes de diversos fatores, como os elevados custos com materiais e com folhas de pagamento, as variações de demanda que dificultam o planejamento de escalas, e a necessidade constante de otimização dos serviços. Dentre os setores de saúde existentes, encontram-se os postos médicos empresariais, que são locais onde atuam profissionais de saúde para atender aos empregados de uma determinada empresa, na qual estão situados, sendo, portanto, necessário uma gestão eficiente, tanto para manutenção da saúde ocupacional, e consequentemente também da produtividade da empresa, como para o cumprimento da legislação trabalhista.

Além disso, em um mundo cada vez mais globalizado, com grande concorrência e ambientes institucionais complexos, muitas empresas tem percebido que é necessário mudar suas estratégias de ação para sobreviver no mercado, visto que o sucesso das organizações decorre também de fatores que excedem a eficiência produtiva, havendo atualmente, mudanças no modo de agir de muitas instituições, para alcançarem isonomia, legitimidade e recursos nos seus respectivos ambientes, sendo que ações com maior valorização dos colaboradores têm sido consideradas de grande importância [Bertelli 2004], [Meyer e Rowan *apud* Tolbert e Zucker 1999], [Maciel Neto *et al*. 2011]. Dentre essas ações, pode-se citar aquelas ligadas à melhoria da gestão da saúde nas organizações, à qual tanto no que se refere à prevenção como a promoção da saúde dos trabalhadores, tem sido um tema considerado de significativa complexidade em todo o mundo [Schneider 2013]. Nesse contexto, os planejamentos de escalonamento lidam com diversas dificuldades, tais como adequação à legislação trabalhista, normas institucionais, características das demandas e da equipe de profissionais, a necessidade de uma alocação com qualidade dos profissionais em cada turno e setor, dentre outras [Poltosi e Gómez 2007]. Dessa forma, alterações que otimizem os serviços nos postos de saúde ocupacional, podem auxiliar na gestão da saúde, gerando resultados como melhoria da qualidade do atendimento, com maior valorização da saúde dos trabalhadores, e resultando ainda em redução de custos e em melhoria da produtividade visto que os funcionários seriam atendidos com menos atrasos, podendo retornar mais rapidamente aos seus postos de trabalho. Além disso, quando leva-se em conta que, postos de saúde ocupacional em grandes corporações, atendem comumente de centenas a milhares de funcionários, possuindo assim elevados gastos, além de uma grande responsabilidade visto que problemas nos mesmos podem afetar toda a organização, ações de melhoria nestes, tendem a gerar resultados positivos proporcionalmente grandes.

Nesse contexto, a Pesquisa Operacional (PO) mostra-se um método científico que possibilita a aplicação de técnicas matemáticas úteis na resolução de problemas de gestão em ambientes empresariais em geral, incluindo na área da saúde, com a finalidade de otimizar processos com fins a atender aos objetivos organizacionais sendo também eficazes para conciliar objetivos econômicos com os de promoção da saúde do trabalhador, melhorando assim a qualidade dos serviços com uma simultânea redução dos gastos da empresa nessa área. Modelos de programação em serviços de saúde podem ser desenvolvidos para ser utilizados em vários ambientes, tais como: cuidados primários, postos de saúde, clínicas especializadas, hospitais, dentre outros. Quando múltiplos serviços, especialidades ou etapas estão envolvidas no problema, tal como acontece em postos de saúde, este se torna mais complexo, visto que vários fatores e variáveis do ambiente são considerados, como o número e variedade de profissionais de saúde, pacientes, administradores, procedimentos, etc. [Maciel Neto *et al*. 2011], [Sabbadini *et al*. 2014], [Sobrapo 2015], [Quelhas e Rodrigues 2007], [Brailsford e Vissers 2011]. A importância e utilidade da aplicação de técnicas de PO na saúde já vem sendo reconhecida, havendo sido, inclusive criado em 1975 o grupo europeu *ORAHS* (*Operational Research Applied to Health Services*), o qual trata-se de uma rede de indivíduos que apoiam o planejamento e a gestão nos setores de serviços da saúde, através da aplicação de uma análise sistemática e quantitativa na área [Brailsford e Vissers 2011], [Teixeira e De Oliveira 2015]. Dentre as técnicas de PO existentes, pode-se citar a Programação Linear (PL) [Hillier e Lieberman 2010]. Os problemas de PL cujas variáveis ou resultados só podem assumir valores inteiros, são conhecidos como problemas de Programação Linear Inteira (PLI). Caso haja variáveis inteiras e contínuas, chama-

se problema de Programação Linear Inteira Mista (PLIM) [Puccini e Pizzolato 1990]. Sendo considerada um dos mais importantes avanços do século XX, e podendo ser aplicada em várias áreas trazendo vantagens financeiras e operacionais significativas para diversas organizações, a PL tem permitido a implementação de soluções otimizadas com uma redução de custos, da ordem de milhares a milhões de dólares em muitas empresas [Moreira 2003], [Hillier e Lieberman 2010]. Além da PO, em função das dificuldades em definir o escalonamento de profissionais da saúde, heurísticas vem sendo sugeridas como um meio para auxiliar o planejamento da jornada de trabalho [Poltosi e Gómez 2007], sendo que genericamente, o termo "heurística" refere-se à ideia de encontrar uma solução inteligente para um problema real a partir dos conhecimentos que se tem disponíveis, podendo ser definida como uma técnica, método ou processo, que visa gerar uma solução factível, com um bom desempenho e qualidade, para um determinado problema, não sendo necessariamente a solução ótima, mas podendo também tratar-se de uma solução aproximada [Melián *et al*. 2003]. Especificamente na área de pesquisa de algoritmos, pode-se referir às heurísticas como uma função que fornece uma estimativa da solução ótima [Russell e Norvig 1995]. Um algoritmo pode ser definido como sendo um procedimento detalhado para a resolução de um problema computacional [Moscato e Cotta 2003].

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo principal, propor um modelo matemático de gestão, explorando a Heurística e a PLIM, com foco na minimização da demanda não atendida de postos de saúde ocupacional empresariais, por meio de uma distribuição de trabalho otimizada dos técnicos de enfermagem dentre os setores, a partir da situação real da gestão dos mesmos, fundamentado na hipótese de que, dessa forma, será gerada uma distribuição mais homogênea das atividades em função da demanda e dos horários. Para tanto, mais especificamente, foi objetivado coletar e tratar dados, junto à administração da saúde ocupacional dos postos da empresa onde foi realizado o estudo, a partir dos quais puderam ser descritos os quantitativos atuais de funcionários, bem como as rotinas e horários de trabalho, permitindo definir as restrições do modelo, a fim de que esse esteja de acordo com a realidade organizacional, além de conhecer o gargalo institucional, e também estabelecer uma análise comparativa entre a situação atual dos processos nos postos médicos, e a situação posterior à otimização a partir do modelo matemático.

Desse modo, proporcionar às administrações de medicina ocupacional de diversas empresas o conhecimento de uma estratégia alternativa para uma otimização mais racionalizada do escalonamento por meio da PO, com a finalidade de atender as variações da demanda em função do tempo ao longo do dia, poderá melhorar ainda mais a eficiência e eficácia, além de melhorar o clima organizacional e os serviços em geral, a fim de prestar serviços com ainda superior qualidade e atender às demandas em um tempo com um melhor planejamento, minimizando o desperdício e cuidando para que os recursos da organização sejam aplicados de modo a alcançar a maior produtividade possível.

Adicionalmente, este trabalho tem como justificativa o fato de que, do ponto de vista da gestão, poderá contribuir com a proposta de uma organização mais eficiente dos turnos de profissionais de saúde, reduzindo assim atrasos no atendimento, além de gerar uma divisão mais homogênea das atividades, reduzindo a sobrecarga de trabalho sobre determinados empregados. Também, no que se refere à qualidade dos serviços de saúde, poderá organizar o número adequado de técnicos de enfermagem nos setores adequados e horários necessários, para atender a toda demanda de pacientes, reduzindo complicações nos quadros clínicos de pacientes decorrentes de atrasos. Além disso, do ponto de vista da academia, este trabalho certamente não esgotará o tema de pesquisa, no entanto será relevante trazendo significativa contribuição ao mesmo, tanto do ponto de vista administrativo, como para área da saúde, já que a mesma carece de estudos dessa natureza.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: Após a Introdução segue a Metodologia, Levantamento de Dados e Caracterização do Problema, Modelo Proposto, Resultados e Discussão, Considerações Finais e Referências.

2. Metodologia

Após a formulação do problema, definição dos objetivos e escolha dos dois postos médicos da empresa siderúrgica ArcelorMittal Tubarão, foi feito um levantamento de dados, para a realização de um estudo de caso como pesquisa empírica, de abordagem quantitativa [Gil 1995], [Yin 2005, p. 32].

A escolha dos setores foi feita de modo a contemplar todos os setores envolvidos na tomada de decisões. Posteriormente foi realizada coleta de dados via telefone e e-mail, seguida de uma entrevista presencial para conferência de todos os dados, os quais são referentes às demandas do posto por atividade e por horário, o tempo gasto na execução das atividades, o número de profissionais técnicos de enfermagem, os horários de trabalho e as escalas da população estudada. A partir dos dados coletados, foram constatadas e quantificadas as variáveis e restrições frente aos objetivos organizacionais, e então foi construído, testado e desenvolvido o modelo matemático de PO, a partir do qual foi gerada a solução objetivo, fazendo uso da PLIM, a partir da qual, os dados foram analisados.

Para implementação do modelo criado, foi utilizado o software de otimização IBM ILOG CPLEX *Optimization Studio Community Edition* 12.6.2 ®.

2.1. Levantamento de Dados e Caracterização do Problema

Os dados foram coletados a partir de entrevista por telefone e por e-mail, sendo todos confirmados em encontro presencial posterior. Os dados coletados foram:

a) Definição dos setores dos postos médicos.
b) Carga horária diária de trabalho dos técnicos de enfermagem.
c) Dias da semana de funcionamento dos postos.
d) Horário de funcionamento dos postos.
e) Nº de técnicos de enfermagem que trabalham nos postos.
f) Alocação atual dos técnicos por dia da semana, por horário e por setor.
g) Definição das atividades executadas em cada setor dos postos médicos.
h) Número médio de atendimentos realizados por hora e por setor.
i) Estimativa do tempo médio dedicado por cada técnico de enfermagem com cada tipo de atendimento em cada setor.
j) Definição e duração dos horários de trabalho, escalas e turnos dos técnicos de enfermagem.
k) Nº de dias por semana que cada técnico de enfermagem trabalha nos postos médicos.

2.1.1. Os Postos Médicos da Siderúrgica

O atendimento médico na ArcelorMittal Tubarão é realizado em dois postos: o Posto Central (PC) e o Posto da Área Operacional (PAOp). O PC funciona 24h por dia, 7 dias por semana, enquanto que o PAOp funciona de segunda a sexta, no período entre 8h e 16h. No PAOp, há os seguintes setores: Repousos masculino e feminino, Sala de curativos e exames prévios de trabalho em altura, Sala de emergência, Sala de Exames Toxicológicos/Bafômetro, Consultórios Médicos e Posto de Enfermagem. No PC, há todos os setores do PAOp, havendo ainda Sala de recuperação de materiais contaminados, Sala de esterilização, Salas de Exames Complementares e Almoxarifado de medicamentos. Os setores com suas respectivas atividades e os tempos de execução das mesmas (em minutos) por cada técnico de enfermagem, podem ser observados na Figura 1.

Figura 1: Atividades e tempos de execução.

Repousos Masculino e Feminino	Administração de medicamentos	4
	Atendimento repouso médico - assistencial	5
	Monitoramento da Pressão Arterial	2
Sala de Curativo e Exames prévios de Trabalho em Altura	Imunização de rotina	0,4
	Imunização de campanha	0,4
	Curativo	1
	Exame prévio de Trabalho de Altura	5
Sala de Emergência (02 macas)	Lavagem ocular ou auditiva	7
	Pequena cirurgia/retirada de pontos	4
Sala de Recuperação de Materiais contaminados	Descontaminação de materiais médicos e ortodonticos	10
Sala de Esterilização	Teste Biológico	2
	Esterilização de materiais	15
Sala de Exames: Toxicológicos/Bafometro	Exames Toxicológicos/Bafometro	10

Salas de Exames Complementares	Espirometria	5
	Eletrocardiograma	6
	Acuidade visual	3
	Ensaio/teste de vedação de máscara respiratória	5
	Ensaio de protetor auricular	4
Almoxarifado de Medicamentos	Reposição de materiais das ambulancias, posto de enfermagem, sala de curativo e sala de emergencias	12
Consultórios Médicos	Arrumação dos consultorios médicos	3
Posto de Enfermagem	Dispensação e registro de medicamentos dos Programas de Qualidade de Vida	2
	Emprestimo de material ortopedico	2
	Atendimentos clínicos/Registro dos atendimentos	5
	Acionamento do ramal de emergência de ambulância e registros referentes	3

2.1.2. Demanda Média e Tempo de Execução das Atividades

Os dados referentes às demandas, fornecidos pela empresa, estão demonstrados no Quadro 1, onde se encontram o número médio de atendimentos por atividade e por horário nos dois Postos Médicos da empresa. Para melhor visualização, tanto no Quadro 1 como nos Quadros 2 e 4, nas colunas em azul estão os dados do PC, e nas em verde, os do PAOp.

Quadro 1: Demanda média de atendimentos por atividade e horário (de segunda à sexta).

Atividades	06 às 07h		07 às 08h		08 às 09h		09 às 10h		10 às 11h		11 às 12h		12 às 13h		13 às 14h		14 às 15h		15 às 16h		16 às 17h		17 às 18h	
Administração de medicamentos		1	1	1	2	3	2	5	2	5	2	2	2	2	2	3	2	4	1	3		2		1
Atendimento repouso médico - assistencial		1	2	3	1	2	1	2	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	0	2		1		2
Monitoramento da Pressão Arterial		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0		0		0
Imunização de rotina		2	2	1	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
Imunização de campanha		30	30	30	9	10	9	10	8	10	8	10	8	10	7	10	6	10	5	10		30		30
Curativo		0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0		0
Exame prévio de Trabalho de Altura		0	80	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	8	0	8	0		0		0
Lavagem ocular ou auditiva		0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
Pequena cirurgia/retirada de pontos		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
Descontaminação de materiais médicos e ortodônticos		0		0		0		0		0		0		0		1		1		0		0		0
Teste Biológico		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		1
Esterilização de materiais		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		4
Exames Toxicológicos/Bafômetro		4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
Espirometria		10		15		5		1		1		0		0		0		0		0		0		0
Eletrocardiograma		10		13		5		3		1		0		0		0		0		0		0		0
Acuidade visual		17		13		5		1		1		0		0		0		0		0		0		0
Ensaio/teste de vedação de máscara respiratória		9		13		5		2		1		0		0		0		0		0		0		0
Ensaio de protetor auricular		9		13		5		2		1		0		0		0		0		0		0		0
Reposição de materiais das ambulâncias, posto de enfermagem, sala de curativo e sala de emergências		0		0		0		0		0		0		0		0		1		0		0		0
Arrumação dos consultorios médicos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0		0		0
Dispensação e registro de medicamentos dos Programas de Qualidade de Vida		10		15		5		5		5		5		5		5		4		4		3		0
Emprestimo de material ortopédico		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0		0
Atendimentos clínicos/Registro dos atendimentos		1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1

No Quadro 2, são apresentados os dados de demanda média em minutos por setor, que foram agrupadas em função das atividades executadas em cada setor; resultado da multiplicação do tempo gasto por cada técnico de enfermagem na execução de cada atividade, pela demanda média por atendimentos. Assim, foi definida a demanda média em minutos por cada setor, em cada horário, (relativas aos dias úteis da semana). Os setores foram numerados na primeira coluna à esquerda do Quadro 2.

Quadro 2: Numeração dos setores e demanda média em minutos por setor e horário.

nº do setor	Setor	06 às 07h		07 às 08h		08 às 09h		09 às 10h		10 às 11h		11 às 12h		12 às 13h		13 às 14h		14 às 16h		14 às 16h		16 às 17h		17 às 18h	
1	Repouso Masculino (04 leitos) e Feminino (02 leitos)		9	16	19	13	22	13	30	13	37	13	15	20	15	15	22	15	26	4	22		13		14
2	Sala de Curativo e Exames prévios de Trabalho em Altura		12,8	412,8	12,4	49,6	5,4	49	6,8	48,6	4,4	48,2	4	48,2	4	47,8	4	43,4	4	42	4		12		12
3	Sala de Emergência (02 macas)		0	0	0	7	0	11	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
4	Sala de Recuperação de Materiais contaminados		0		0		0		0		0		0		0		10		10		0		0		0
5	Sala de Esterilização		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		62
6	Sala de Exames: Toxicológicos/Bafometro		40	10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0
7	Salas de Exames Complementares		242		309		115		44		23		0		0		0		0		0		0		0
8	Almoxarifado de Medicamentos		0		0		0		0		0		0		0		0		12		0		0		0
9	Consultórios Médicos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0		0		0
10	Posto de Enfermagem		25	10	47	5	20	5	20	5	20	5	20	5	15	5	17	5	13	5	13		11		5

2.1.3. Escalonamento Atual e Distribuição de Trabalho dos Técnicos de Enfermagem

Os turnos, escalas e horários de trabalho seguem conforme acordo coletivo de trabalho e nos enquadramento da CLT. Atualmente, trabalham nove técnicos de enfermagem, em conjunto com outros profissionais como médicos e enfermeiros, nos dois postos.

Os técnicos representados como “AL” e “EL” trabalham de segunda-feira à sexta-feira, e atualmente iniciam seu trabalho às 06h e o concluem às 14h, enquanto que os técnicos “CLA”, “SIL” e “RUB”, trabalham de segunda-feira à sexta-feira, e iniciam seu trabalho às 8h e o concluem às 17h. Dentre os técnicos AL, EL, CLA, SIL e RUB, em média, dois almoçam no

horário entre 11 e 12h e três almoçam entre 12 e 13h. Os técnicos Letra (A, B, C e D) tem seu horário de almoço entre 11:00 e 13:00h, e podem vir a trabalhar em qualquer dia da semana caso coincida com sua escala, em turnos de 10h (06-18h por dois dias, seguidos 18-06h nos dois dias seguintes, e então folgam quatro dias), havendo nesse caso 1h de almoço e 1h de intervalo(s) combinados no acordo coletivo, que podem ocorrer fracionados ao longo do dia nos momentos de baixa demanda, razão pela qual esse horário de descanso não foi considerado no cálculo. Um exemplo do escalonamento mensal dos técnicos "Letra" pode ser observado no Quadro 3, no qual pode ser observada também a distribuição da equipe de técnicos, na qual cada letra representa um técnico, sendo também observadas nas colunas todos os dias do mês, e os turnos de trabalho (dia e noite) expressos nas linhas abaixo dos meses, sendo também registradas as folgas na parte inferior da escala.

Quadro 3: Exemplo da definição das escalas dos técnicos de turno.

ANO...	Mês													01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
	Mês																			01	02	03	04	05	06
		07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		31																							
HORÁRIO	1º TURNO 06:00 às 18:00	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D
	2º TURNO 18:00 às 06:00	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C
	FOLGAS	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B
		A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A

O escalonamento diário atual de todos os técnicos, no horário comercial, pode ser observado no Quadro 4. O "Téc Letra" que aparece nesse quadro, pode ser qualquer um dos 4 técnicos (A, B, C ou D), dependendo do turno do dia. Pode-se observar ainda nesse quadro que, esse "Técnico Letra" inicia seu trabalho no PC às 06h, deslocando-se para o PAOp no horário do início das atividades do mesmo às 07h, e retornando ao PC ás 16h, quando ocorre o término dos atendimentos diários no PAOp. A alocação dos técnicos segue o planejamento do serviço sendo, contudo, necessariamente flexível, podendo ser ajustada em função de emergências e variações de demanda, visto que os técnicos mudam de setor conforme surgem demandas nos demais setores que ficam vazios no planejamento oficial. Os setores nos quais eles ficam preferencialmente alocados foram escolhidos em função de sua alta demanda e de eventuais acionamentos do ramal de emergência de ambulância (no caso do setor Posto de Enfermagem).

Quadro 4: Técnicos de enfermagem por setor e horário no horário comercial.

Setor	06 às 07h		07 às 08h		08 às 14h		14 às 16h		16 às 17h		17 às 18h	
Repouso Masculino (04 leitos) e Feminino (02 leitos)												
Sala de Curativo e Exames prévios de Trabalho em Altura												
Sala de Emergência (02 macas)												
Sala de Recuperação de Materiais contaminados												
Sala de Esterilização												
Sala de Exames: Toxicológicos/Bafômetro		AL				AL		CLA		CLA		
Salas de Exames Complementares		EL		EL		EL, CLA						
Almoxarifado de Medicamentos										TÉC. LETRA		
Consultórios Médicos												
Posto de Enfermagem		TÉC. LETRA	TÉC. LETRA	AL	TÉC. LETRA	SIL, RUB	TÉC. LETRA	SIL, RUB		SIL, RUB		TÉC. LETRA

2.2. Modelo Proposto

Ao comparar o número de técnicos que trabalham diariamente no horário comercial nos dois postos, foi percebido que o número de setores (10 no PC e 06 no PAOp, totalizando 16 setores) excede o número de total de técnicos que trabalham no horário comercial, que é de seis. Para solucionar o problema de como realizar o escalonamento com um número limitado de técnicos no horário comercial, sendo ainda esse número inferior ao número de setores dos postos, foi proposta uma heurística na qual os setores poderiam ser agrupados formando todas as combinações possíveis, utilizando para isso variáveis binárias, de modo que os técnicos seriam

distribuídos em grupos de setores nos dois postos, sob os quais ficariam responsáveis para atender à sua demanda, possibilitando que com a aplicação de um modelo de PLIM, pudesse ser escolhido o conjunto de agrupamentos que melhor satisfaçam a Solução Objetivo, determinando sobre esse agrupamento, o número de técnicos que ficariam responsáveis para atender à sua demanda, em ordem de solicitação de atendimento, seguindo a lógica de produção *FIFO* (*first in, first out*). Desse modo, o uso de variáveis binárias permitiu reduzir significativamente o número de cálculos para todos os horários de ambos os postos, evitando que fossem descritas manualmente todas as possibilidades de formação de grupos, os quais podem ter seu número calculado por análise combinatória, mais especificamente pelo cálculo da fatorial.

Nos casos de setores onde foi observada demanda média igual à zero, esses foram unidos ao setor de menor demanda de cada horário, partindo do pressuposto de que, pelo fato de os técnicos alocados nesses setores atenderem a uma menor demanda, poderiam atender também aos setores com demanda igual a zero, visto que, não obstante essa ser considerada nula em determinados horários entende-se que por se tratar de uma média, esporadicamente pode haver alguma demanda incomum nesses setores, de modo que o isolamento deles em grupos de demanda igual a zero poderia não corresponder precisamente à realidade, não obstante aproxime-se dela.

A partir dos dados obtidos, foi proposto o modelo a partir da PLIM, com a Função Objetivo (FO) de minimizar z, sendo z a capacidade ociosa total dos dois Postos de Saúde da empresa como um todo. O número de técnicos de enfermagem em cada horário e em cada grupo de setores de cada posto também foram considerados variáveis. O modelo traz a restrição de usar obrigatoriamente no mínimo toda mão de obra da unidade. A demanda foi estipulada em número de atendimentos para cada atividade nos dois postos, depois multiplicada pelo tempo médio de atendimento para encontrar a demanda média em minutos a cada hora de funcionamento dos postos, e então agrupada para descobrir a demanda por setor, a qual foi usada posteriormente para calcular a ociosidade, representada nas restrições como o nº de técnicos alocados por hora, por setor e por posto específico, multiplicado por 60 minutos e então subtraído da demanda média em minutos da hora, setor e posto onde se encontram. Todas as variáveis do modelo devem ser positivas (restrição de não-negatividade).

Foram definidas variáveis binárias, variáveis inteiras positivas (nº de técnicos) e variáveis contínuas. As primeiras restrições descritas tornam obrigatória a escolha de necessariamente apenas um grupo de setores por horário. Posteriormente, foram descritas as restrições que minimizam a ociosidade em cada grupo de setores, e em cada horário. Sendo definidas também as restrições para a jornada de trabalho e para o número máximo de técnicos em cada horário. Sendo que 2 técnicos trabalham de 06h às 14h, 3 técnicos trabalham de 08 às 17h, e um técnico faz 10h de trabalho diárias. As restrições que definem a jornada de trabalho e abrem espaço para que as jornadas possam iniciar em diferentes horários a fim de buscar a minimização da ociosidade. Ao todo, foram descritas 688 variáveis, sendo 430 binárias, 98 inteiras e 160 contínuas, a partir das quais foram definidas 396 restrições, as quais estão divididas em restrições para formação dos grupos de setores (1), de demanda (2), ociosidade (3), para haver obrigatoriamente no mínimo um técnico em cada posto em cada horário (4), definição da jornada de trabalho (5), número mínimo de técnicos por setor (6), número de técnicos por hora (7), e não negatividade (8). A função objetivo pode ser definida como:

$$\textbf{Minimizar Z} = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{m} oc_{ij}, \quad i=1,2,\ldots,n \;\; j=1,2,\ldots,m$$

Sujeito às restrições definidas no Quadro 5, como pode ser observado abaixo:

Quadro 5: Definição das restrições classificadas em seus respectivos grupos.

$\Sigma b_{kj} = 1$, $j \epsilon N = \{1,2,...,n\}$ e $b \epsilon N = \{0,1\}$	(1)	$g_n \leq 1$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)
$\Sigma d_k b_{kj} = D_{ij}$, $k \epsilon N = \{1,2,...,n\}$ e $b \epsilon N = \{0,1\}$.	(2)	$h_n \leq 1$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)
$60xij - ocij \leq Dij$, $\forall i = 1..t$ e $\forall j = 1..s$.	(3)	$m_n \leq 1$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)
$\Sigma x_{ij} \geq 1$, $j \epsilon N = \{1,2,...,n\}$.	(4)	$q_n \leq 1$, $n \epsilon N = \{6,7,8\}$.	(5)
$\Sigma e_n = 2$, $n \epsilon N = \{12,13,14\}$.	(5)	$\Sigma e_{n11} = e_{n12}$, $n11 \epsilon N = \{4,7,9,10\}$ e $n12=11$.	(5)
$\Sigma f_n = 2$, $n \epsilon N = \{12,13,14\}$.	(5)	$\Sigma f_{n11} = f_{n12}$, $n11 \epsilon N = \{4,7,9,10\}$ e $n12=11$.	(5)
$\Sigma g_n = 2$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)	$\Sigma g_{n11} = g_{n12}$, $n11 \epsilon N = \{3,5,6\}$ e $n12=7$.	(5)
$\Sigma h_n = 2$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)	$\Sigma h_{n11} = h_{n12}$, $n11 \epsilon N = \{3,5,6\}$ e $n12=7$.	(5)
$\Sigma m_n = 2$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)	$\Sigma m_{n11} = m_{n12}$, $n11 \epsilon N = \{3,5,6\}$ e $n12=7$.	(5)
$\Sigma p_n = 2$, $n \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)	$\Sigma p_{n11} = p_{n12}$, $n11 \epsilon N = \{3,5,6\}$ e $n12=7$.	(5)
$\Sigma q_n = 2$, $n \epsilon N = \{6,7,8\}$.	(5)	$p_{n13} = p_{n14}$, $n13=7$, $n14 \epsilon N = \{8,12\}$.	(5)
$\Sigma p_{n1} = \Sigma p_{n2}$, $n1 \epsilon N = \{9,10,11\}$ e , $n2 \epsilon N = \{7,8\}$.	(5)	$\Sigma p_{n15} = \Sigma p_{n16}$, $n15 \epsilon N = \{7,8\}$ e $n16 \epsilon N = \{9,10,11\}$.	(5)
$e_{n1} - e_{n2} = 0$, $n1=1$ e , $n2 \epsilon N = \{2,3,4\}$.	(5)	$\Sigma e_n = 7$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24\}$.	(5)
$f_{n1} - f_{n2} = 0$, $n1=1$ e , $n2 \epsilon N = \{2,3,4\}$.	(5)	$\Sigma f_n = 7$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24\}$.	(5)
$g_{n1} - g_{n2} = 0$, $n1=1$ e , $n2 \epsilon N = \{2,3\}$.	(5)	$\Sigma g_n = 8$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18\}$.	(5)
$h_{n1} - h_{n2} = 0$, $n1=1$ e , $n2 \epsilon N = \{2,3\}$.	(5)	$\Sigma h_n = 8$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18\}$.	(5)
$m_{n1} - m_{n2} = 0$, $n1=1$ e , $n2 \epsilon N = \{2,3\}$.	(5)	$\Sigma m_n = 8$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18\}$.	(5)
$p_{n1} - p_{n2} = 0$, $n1=1$ e , $n2 \epsilon N = \{2,3\}$.	(5)	$\Sigma q_n = 11$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12\}$.	(5)
$e_{n3} - e_{n4} = 0$, $n3=5$ e , $n4 \epsilon N = \{6,7,15\}$.	(5)	$\Sigma e_n + \Sigma f_n + \Sigma g_n + \Sigma h_n + \Sigma m_n + \Sigma p_n + \Sigma q_n \geq 49$, $n \epsilon N = \{1,2,3,...n\}$.	(6)
$f_{n3} - f_{n4} = 0$, $n3=5$ e , $n4 \epsilon N = \{6,7,15\}$.	(5)	$e_n + f_n + g_n + h_n + m_n + p_n + q_n = \Sigma x_{ij}$, $n=1$ e $i=A$.	(7)
$g_{n3} - g_{n4} = 0$, $n3=4$ e , $n4 \epsilon N = \{5,13\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N = \{2,5\}$, $n2 \epsilon N = \{2,4\}$, $n3=2$ e $i=\{B,C\}$.	(7)
$h_{n3} - h_{n4} = 0$, $n3=4$ e , $n4 \epsilon N = \{5,13\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N = \{3,6,8\}$, $n2 \epsilon N = \{3,5,6\}$, $n3=3$ e $i=\{F,G\}$.	(7)
$m_{n3} - m_{n4} = 0$, $n3=4$ e , $n4 \epsilon N = \{5,13\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=\{4,7,9,10\}$, $n2 \epsilon N= 7$, $n3=4$ e $i=\{H,J\}$.	(7)
$p_{n3} - p_{n4} = 0$, $n3=4$ e , $n4 \epsilon N = \{5,13\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=11$, $n2 \epsilon N= 8$, $n3=5$ e $i=\{K,L\}$.	(7)
$e_{n5} - e_{n6} = 0$, $n5=8$ e , $n6 \epsilon N = \{9,16,17\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=12$, $n2 \epsilon N= 9$, $n3=6$ e $i=\{M,N\}$.	(7)
$f_{n5} - f_{n6} = 0$, $n5=8$ e , $n6 \epsilon N = \{9,16,17\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=13$, $n2 \epsilon N= 10$, $n3=7$ e $i=\{P,Q\}$.	(7)
$g_{n5} - g_{n6} = 0$, $n5=6$ e , $n6 \epsilon N = \{14,15\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=14$, $n2 \epsilon N= 11$, $n3=8$ e $i=\{R,S\}$.	(7)
$h_{n5} - h_{n6} = 0$, $n5=6$ e , $n6 \epsilon N = \{14,15\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=\{15,16,18,21\}$, $n2 \epsilon N= 12$, $n3=9$ e $i=\{T,U\}$.	(7)
$m_{n5} - m_{n6} = 0$, $n5=6$ e , $n6 \epsilon N = \{14,15\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N=\{17,19,22\}$, $n2 \epsilon N= \{13,14,16\}$, $n3=10$ e $i=\{V,W\}$.	(7)
$p_{n5} - p_{n6} = 0$, $n5=6$ e , $n6 \epsilon N = \{14,15\}$.	(5)	$\Sigma e_{n1}+\Sigma f_{n1}+\Sigma g_{n2}+\Sigma h_{n2}+\Sigma m_{n2}+\Sigma p_{n2}+\Sigma q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1 \epsilon N = \{20,23\}$, $n2 \epsilon N = \{15,17\}$, $n3=11$ e $i=X$.	(7)
$e_{n7} - e_{n8} = 0$, $n7=10$ e , $n8 \epsilon N = \{18,19,20\}$.	(5)	$e_{n1}+f_{n1}+g_{n2}+h_{n2}+m_{n2}+p_{n2}+q_{n3} = \Sigma x_{ij}$, $n1=24$, $n2=18$, $n3=12$ e $i=A$.	(7)
$f_{n7} - f_{n8} = 0$, $n7=10$ e , $n8 \epsilon N = \{18,19,20\}$.	(5)	$oc_{ij} \geq 0$.	(8)
$g_{n7} - g_{n8} = 0$, $n7=16$ e , $n8 \epsilon N = \{17,18\}$.	(5)	$b_{kj} \geq 0$.	(8)
$h_{n7} - h_{n8} = 0$, $n7=16$ e , $n8 \epsilon N = \{17,18\}$.	(5)	$d_k \geq 0$.	(8)
$m_{n7} - m_{n8} = 0$, $n7=16$ e , $n8 \epsilon N = \{17,18\}$.	(5)	$D_{ij} \geq 0$.	(8)
$p_{n7} - p_{n8} = 0$, $n7=16$ e , $n8 \epsilon N = \{17,18\}$.	(5)	$x_{ij} \geq 0$.	(8)
$e_{n9} - e_{n10} = 0$, $n7=21$ e , $n8 \epsilon N = \{22,23,24\}$.	(5)	$t \geq 0$.	(8)
$f_{n9} - f_{n10} = 0$, $n7=21$ e , $n8 \epsilon N = \{22,23,24\}$.	(5)	$s \geq 0$.	(8)
$g_n = 1$, $n \epsilon N = \{7,8,12\}$.	(5)	$e_n \geq 0$.	(8)
$h_n = 1$, $n \epsilon N = \{7,8,12\}$.	(5)	$f_n \geq 0$.	(8)
$m_n = 1$, $n \epsilon N = \{7,8,12\}$.	(5)	$g_n \geq 0$.	(8)
$e_n = 1$, $n=11$.	(5)	$h_n \geq 0$.	(8)
$f_n = 1$, $n=11$.	(5)	$m_n \geq 0$.	(8)
$q_n = 1$, $n \epsilon N = \{1,2,3,4,5,9,10,11,12\}$.	(5)	$p_n \geq 0$.	(8)
$e_n \leq 1$, $n \epsilon N = \{12, 13, 14\}$.	(5)	$q_n \geq 0$.	(8)
$f_n \leq 1$, $n \epsilon N = \{12, 13, 14\}$.	(5)		

As variáveis das restrições mostradas no Quadro 5 podem ser definidas como: oc_{ij}: variável de decisão, capacidade ociosa em minutos por dia no horário i e no grupo j; b_{kj}: variável binária, decisão de sim ou não sobre o agrupamento do setor k no grupo j, para cada setor, em cada horário; d_k: variável contínua, demanda do setor k; D_{ij}: variável contínua, soma das demandas dos setores do horário i no grupo j; x_{ij}: número de técnicos alocados no horário i no grupo j; t: número de horários de funcionamento; s: número de grupos de setores; e_n, f_n, g_n, h_n, m_n, p_n e q_n,: respectivamente a presença dos técnicos EL, AL, SIL, RUB, CLA, FOL e LE nas suas respectivas posições n do Quadro 6; A, C, G, J, L, N, Q, S, U, W, X, e Y: horários respectivamente de 06 às 07h, 07 às 08h, 08 às 09h, 09 às 10h, 10 às 11h, 11 às 12h, 12 às 13h, 13 às 14h, 14 às 15h, 15 às 16h, 16 às 17h, e 17 às 18h no Posto Central; B, F, H, K, M, P, R, T, e V: horários respectivamente de 07 às 08h, 08 às 09h, 09 às 10h, 10 às 11h, 11 às 12h, 12 às 13h, 13 às 14h, 14 às 15h, 15 às 16h no Posto da Área Operacional.

2.2.1. Exemplificação das Variáveis que Compõe o Algoritmo

A partir das demandas de cada setor, foram desenhados os quadros para definição das variáveis binárias, sendo um quadro para cada horário do PC e um para cada horário do PAOp, sendo que dois exemplos de quadros, sendo um do horário de 6-7h do PC e um de 7-8h do PAOp podem ser observados na Figura 2. Nos exemplos, podem ser observados também, as variáveis de

decisão decorrentes das divisões dos setores e formação dos grupos, onde as colunas representam os grupos e as linhas com os números, os setores. Conforme pode ser observado nos exemplos, assim como foi feito com os demais horários de ambos os postos, os setores com demanda média zero, foram agrupados juntamente com o setor de menor demanda, o qual foi identificado em vermelho, como sendo o único setor do grupo que possui demanda média acima de zero.

As variáveis de decisão foram organizadas em função do número de técnicos que serão alocados para cada grupo de setores, conforme pode-se observar no Quadro 6, onde estão exemplificadas as possibilidades de jornada de trabalho para os técnicos. Ainda no mesmo quadro, pode-se observar que, uma vez que pode não ser adequado para o modelo forçar um número fixo de técnicos, foi adicionada uma variável (FOL) que funciona como uma folga para a Função Objetivo, permitindo encontrar a menor ociosidade mesmo que fosse necessário haver mais técnicos para tal. As colunas em cinza correspondem ao período de funcionamento do refeitório da empresa, sendo, portanto necessário definir nesse período o horário de almoço.

Figura 2: Exemplos de quadros de definição das variáveis binárias para formação de grupos, de nº de técnicos, demanda por grupo e ociosidade; para o PC(6-7h) à esquerda e para o PAOp(7-8h) à direita.

6-7					
	1	2	3	4	5
1,3,4,5,8,9	A11	A12	A13	A14	A15
2	A21	A22	A23	A24	A25
6	A31	A32	A33	A34	A35
7	A41	A42	A43	A44	A45
10	A51	A52	A53	A54	A55
Nº de técnicos	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5
Demanda por grupo	DA1	DA2	DA3	DA4	DA5
Ociosidade	OCA1	OCA2	OCA3	OCA4	OCA5

7-8				
	1	2	3	4
1	B11	B12	B13	B14
2	B21	B22	B23	B24
3,6,9	B31	B32	B33	B34
10	B41	B42	B43	B44
Nº de técnicos	TB1	TB2	TB3	TB4
Demanda por grupo	DB1	DB2	DB3	DB4
Ociosidade	OCB1	OCB2	OCB3	OCB4

Quadro 6: Variáveis do nº de técnicos de enfermagem por jornada de trabalho e por horário.

	06-07h	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
EL	EL1	EL2	EL3	EL4	EL11	EL12	EL13	EL14				
		EL5	EL6	EL7					EL15			
			EL8	EL9					EL16	EL17		
				EL10					EL18	EL19	EL20	
									EL21	EL22	EL23	EL24
AL	AL1	AL2	AL3	AL4	AL11	AL12	AL13	AL14				
		AL5	AL6	AL7					AL15			
			AL8	AL9					AL16	AL17		
				AL10					AL18	AL19	AL20	
									AL21	AL22	AL23	AL24
SIL	SIL1	SIL2	SIL3	SIL7	SIL8	SIL9	SIL10	SIL11	SIL12			
		SIL4	SIL5							SIL13		
			SIL6							SIL14	SIL15	
										SIL16	SIL17	SIL18
RUB	RUB1	RUB2	RUB3	RUB7	RUB8	RUB9	RUB10	RUB11	RUB12			
		RUB4	RUB5							RUB13		
			RUB6							RUB14	RUB15	
										RUB16	RUB17	RUB18
CLA	CLA1	CLA2	CLA3	CLA7	CLA8	CLA9	CLA10	CLA11	CLA12			
		CLA4	CLA5							CLA13		
			CLA6							CLA14	CLA15	
										CLA16	CLA17	CLA18
Letra (A;B;C;D)	LE1	LE2	LE3	LE4	LE5	LE6	LE7	LE8	LE9	LE10	LE11	LE12
*Folga-Modelo	FOL1	FOL2	FOL3	FOL7	FOL8	FOL9	FOL10	FOL11	FOL12			
		FOL4	FOL5							FOL13		
			FOL6							FOL14	FOL15	
										FOL16	FOL17	FOL18

3. Resultados e Discussão

Após executar o modelo no CPLEX, a função objetivo de minimização da ociosidade resultou em 1077,3 minutos no total. As divisões dos setores em grupos por horário, e os grupos formados, podem ser observados na Figura 3. Ainda na mesma figura, pode-se perceber que o modelo alocou no PAOp no intervalo entre 10 e 11h, dois técnicos fora do grupo de setores. Isso ocorreu devido toda a demanda média já estar sendo atendida em ambos os postos nesse horário. Nessa circunstância, possibilita-se que o técnico Letra realize seu intervalo, ou parte dele, conforme convencionado no acordo coletivo de trabalho, ou ainda auxilie no atendimento de demandas pendentes de horários anteriores. O modelo também definiu as jornadas de trabalho de cada técnico, incluindo quais os melhores intervalos de tempo dentro dos quais devem ser feitos os horários de almoço, conforme pode-se observar no Quadro 7.

Quadro 7: Novo horário da jornada de trabalho.

	06-07h	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
EL	X	X	X	X	X	X	X	Almoço				
ALE	X	X	X	X	X	X	Almoço	X				
SIL		X	X	X	X	Almoço	X	X	X	X		
RUB	X	X	X	X	X	X	Almoço	X	X			
CLA	X	X	X	X	X	Almoço	X	X	X			
Letra (A;B;C;D)	X	X	X	X	X	X	X	Almoço	X	X	X	X

Figura 3: Grupos, setores, nº de técnicos, demandas e ociosidades após modelo de PLIM.

Posto Central				
Horário	Setores	Nº de técnicos	Demanda por grupo	Ociosidade
6-7	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10.	5	328,8	0
7-8	1;2;3;4;5;6;8;9.	0	81,4	0
	7;10.	1	356	0
8-9	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10.	3	162,4	17,6
9-10	1;2;3;4;5;6;8;9;10.	3	67,8	112,2
	7.	1	44	16
10-11	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10.	2	84,4	35,6
11-12	1.	1	15	45
	2;3;4;5;6;7;8;9;10.	1	24	36
12-13	1.	1	15	45
	2;3;4;5;6;7;8;9;10.	1	19	41
13-14	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10.	1	46	14
14-15	1;4;8;10.	2	61	59
	2;3;5;6;7;9.	1	4	56
15-16	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10.	1	39	21
16-17	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10.	1	36	24
17-18	1;2;5.	1	88	0
	3;4;6;7;8;9;10.	0	5	0

Posto da Área Operacional				
Horário	Setores	Nº de técnicos	Demanda por grupo	Ociosidade
7-8	1;2;3;6;9;10.	5	448,8	0
8-9	1;6;9;10.	1	18	42
	2.	1	49,6	10,4
	3.	1	7	53
9-10	1;2;3;6;9;10.	2	78	42
10-11	1;2;3;6;9;10.	2	73,6	46,4
	-	2	0	120
11-12	1;3;6;9;10.	1	18	42
	2.	1	48,2	11,8
12-13	1;3;6;9;10.	1	25	35
	2.	1	48,2	11,8
13-14	1;2;3;6;9;10.	3	67,8	112,2
14-15	1;2;3;6;9;10.	1	31,7	28,3
15-16	1;2;3;6;9;10.	1	63	0

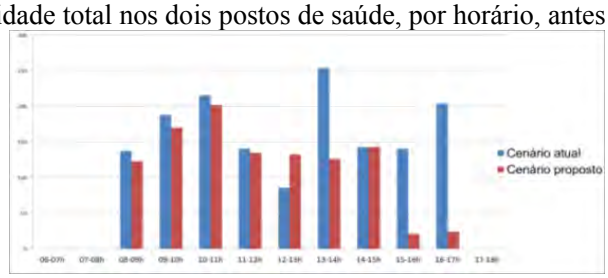
A ociosidade absoluta (a soma de toda ociosidade dos dois postos no período comercial), após execução do modelo no CPLEX, reduziu de 1510,7 minutos para 1077,3 minutos, ou seja, uma redução de 28,689% em relação à ociosidade geral atual. Contudo, como pode ser observado no Quadro 8 e na Figura 4, a redução da ociosidade ocorreu efetivamente no PC, em decorrência do PAOp estar atualmente com um número de técnicos muito reduzido (apenas um técnico de 07 às 16h). Além disso, o fato de a ociosidade do PAOp ter aumentado no modelo, indica uma divisão mais homogênea das atividades entre os técnicos, visto que técnicos foram deslocados para esse posto.

Com o novo escalonamento, buscando a minimização da ociosidade, pode-se observar também um aumento na capacidade de atendimento média da demanda dentro do mesmo horário que ela foi realizada. No PC, a porcentagem média de demanda atendida no mesmo horário em que foi solicitada, é de 87,225%, enquanto que com a aplicação do modelo, essa teve um aumento discreto, passando para 89,123%. No PAOp, a diferença é mais significativa, sendo que a porcentagem média de demanda atendida (dentro do mesmo horário que foram solicitadas) é de 68,142%, enquanto que com uma eventual aplicação do modelo, passaria para uma média de 95,787%, indicando que a nova escala melhorou a capacidade de atendimento das demandas médias, nos mesmos horários em que foram solicitadas, nos postos médicos, o que pode ser observado no Quadro 9 e na Figura 5, onde pode-se observar gráficos com a porcentagem média de demanda atendida em cada horário no PC (à esquerda) e no PAOp (à direita).

Quadro 8: Ociosidade antiga e nova em ambos os postos.

	Posto da Área Operacional		Posto Central		Ociosidade Antiga Total	Ociosidade Nova Total
	Ociosidade Antiga	Ociosidade Nova	Ociosidade Antiga	Ociosidade Nova		
06-07h			0	0	0	0
07-08h	0	0	0	0	0	0
08-09h	0	105,4	137,6	17,6	137,6	123
09-10h	0	42	188,2	128,2	188,2	170,2
10-11h	0	166,4	215,6	35,6	215,6	202
11-12h	0	53,8	141	81	141	134,8
12-13h	0	46,8	86	86	86	132,8
13-14h	0	112,2	254	14	254	126,2
14-15h	28,3	28,3	115	115	143,3	143,3
15-16h	0	0	141	21	141	21
16-17h			204	24	204	24
17-18h			0	0	0	0
Total	28,3	554,9	1482,4	522,4	1510,7	1077,3

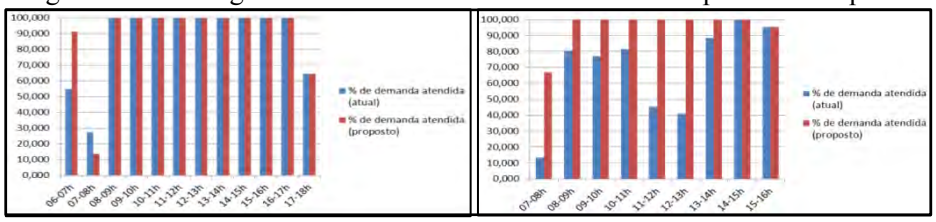
Figura 4: Ociosidade total nos dois postos de saúde, por horário, antes e após o modelo



Quadro 9: Demanda média, capacidade de atendimento e porcentagem da demanda atendida.

	Demanda média em minutos		Cenário Atual				Cenário Proposto			
			Capacidade de atendimento		% da demanda atendida		Capacidade de atendimento		% da demanda atendida	
	Posto Central	Posto da Área Operacional	Posto Central	Posto da Área Operacional	Posto Central	Posto da Área Operacional	Posto Central	Posto da Área Operacional	Posto Central	Posto da Área Operacional
06-07h	328,8		180		54,745		300		91,241	
07-08h	437,4	448,8	120	60	27,435	13,369	60	300	13,717	66,845
08-09h	162,4	74,6	300	60	100	80,429	180	180	100	100
09-10h	111,8	78	300	60	100	76,923	240	120	100	100
10-11h	84,4	73,6	300	60	100	81,522	120	240	100	100
11-12h	39	66,2	180	30	100	45,317	120	120	100	100
12-13h	34	73,2	120	30	100	40,984	120	120	100	100
13-14h	46	67,8	300	60	100	88,496	60	180	100	100
14-15h	65	31,7	180	60	100	100	180	60	100	100
15-16h	39	63	180	60	100	95,238	60	60	100	95,238
16-17h	36		240		100		60		100	
17-18h	93		60		64,516		60		64,516	

Figura 5: Porcentagem média de demanda atendida nos dois postos da empresa.



4. Conclusão

O presente estudo propôs e demonstrou a eficácia teórica da aplicação de um modelo de PLIM para redução da ociosidade em postos médicos, reduzindo assim o tempo de espera e a demanda não atendida dentro de cada horário e ainda gerando uma distribuição mais homogênea das atividades, com consequente redução da sobrecarga de trabalho, o que deve trazer melhorias ao clima organizacional e na prestação de serviços de saúde aos empregados, de modo que todos esses resultados viabilizam, portanto, a replicação deste estudo em outras e diversas empresas, e inclusive em setores distintos da área da saúde, que lidem com escalonamento de pessoal, a fim de colaborar com o desenvolvimento sustentável das organizações, no que se refere à conciliação do aspecto econômico e produtivo com o aspecto social, promovendo uma valorização da saúde dos trabalhadores com simultânea redução de gastos decorrentes de atrasos com atendimento. Contudo, este trabalho possui algumas limitações, a saber, o fato de restringir-se às demandas novas surgidas dentro de cada intervalo de hora, não considerando as demandas não atendidas dos horários anteriores, e também não ter sido aplicado na prática dos postos estudados. Portanto, para implementação do novo modelo, sugere-se que a empresa realize uma análise de conhecimentos e competências dos técnicos, para que, caso algum não possua conhecimento para execução de alguma das atividades do posto, este possa receber treinamento adequado para o novo modelo de escalonamento e jornada de trabalho. É sugerido ainda que sejam realizados treinamentos para adequar os técnicos ao novo ritmo de deslocamento entre postos, setores e atividades ao longo do dia. Finalmente, tem-se como sugestão para estudos futuros que seja realizado uma complementação deste trabalho, adicionando restrições que levem em consideração as demandas não atendidas nos horários anteriores e o tempo de deslocamento dos técnicos entre os postos, aplicando-o na prática empresarial, e gerando também um relatório de sensibilidade para melhor compreensão do funcionamento do modelo, além de uma análise mais detalhada dos ganhos financeiros e produtivos decorrentes da implementação do modelo.

Referências

Bertelli, S. B. (2004). Gestão de pessoas em administração hospitalar. Qualitymark, p. 11,28, Rio de Janeiro.

Brailsford, S. e Vissers, J. (2011). OR in healthcare: A European perspective. Eur J Oper Res 212223–34.

Gil, A. C. (1995). Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas, p. 22,76-83, São Paulo.

Hillier F. e Lieberman G. (2010). Introduction to operations research. McGraw-Hill, 9ªed., p. 23, New York.

Maciel Neto, T. *et al.* (2011). Modelo de Programação Linear Inteira como Ferramenta para Otimizar a Capacidade de Atendimentos nos Serviços de Saúde em UBSS de Manaus AM. In *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual*. Belo Horizonte, ABEPRO.

Melián, B., Pérez, J. A. M. e Vega, J. M. M. (2003). Metaheuristics: A Global View. In *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. Asociación Española de Inteligencia Artificial, v. 2, n. 19.

Moreira, F. R. (2003). Programação linear aplicada a problemas da área de saúde. In *Centro de Pesquisa Clínica do Hospital Israelita Albert Einstein*. 1:105-9.

Moscato, P. Cotta, C. A. (2003). Gentle Introduction to Memetic Algorithms. In *Glover, F. E Kochenberger, G. Handbook of Metaheuristics. Kluwer.* p. 105-144.

Poltosi, M. R. e Gómez, A. T. (2007). Elaboração de escalas de trabalho de técnicos de enfermagem com busca tabu e algoritmo genético. In *XXXIX SBPO,* p. 1832-1843, Fortaleza. SOBRAPO.

Puccini, A. L. e Pizzolato, N. D. (1990). Programação Linear. Livros Técnicos e Científicos, p. 207, Rio de Janeiro.

Quelhas, A. D. Rodrigues, M. V. R. (2007). A gestão de segurança e saúde ocupacional alinhada aos conceitos da sustentabilidade. In *XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu, PR.

Russell, S., Norvig, P. (1995). Artificial Intelligence - A Modern Approach. Prentice. Hall.

Sabbadini, F. S. *et al.* (2014). Programação de serviços de saúde: elementos estruturantes e métodos de pesquisa operacional aplicada. In *Revista Eletrônica de Administração (Online)* ISSN: 1679-9127, v. 13, n.1, ed. 24.

Schneider, E. L. (2013). Saúde nas Empresas: um modelo gráfico para identificar oportunidades de gestão. O Mundo da Saúde, p. 222-229, São Paulo, 37(2).

SOBRAPO, Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. Web page. `http://www.sobrapo.org.br/`. Acessado: 2015-04.

Teixeira, A. e De Oliveira M. J. F. (2015). Operations Research on Hospital Admission Systems: a first overview of the 2005-2014 decade. In *Mini EURO Conference on Improving Healthcare*. Journal of Physics: Conference Series 616.

Tolbert, P. S. e Zucker, L. G. (1999). A institucionalização da Teoria Institucional. *In Clegg, S., Hardy, C. e Nord, W. (orgs)., Handbook de estudos organizacionais.* V.1. Atlas, p. 201, São Paulo.

Yin, R. K. (2005). Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 3ª Edição. Trad. Daniel Grassi. Bookman, p. 32, Porto Alegre.