

35º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS

EVENTO ONLINE 
25 A 30 DE OUTUBRO DE 2020



*“A Manutenção, a Gestão de Ativos
e o Planejamento na Nova Normalidade”*

www.abraman.org.br



PALESTRAS E CONFERÊNCIAS

35º CONGRESSO
BRASILEIRO DE
MANUTENÇÃO E
GESTÃO DE ATIVOS

EVENTO ONLINE 
25 A 30 DE OUTUBRO DE 2020



*“A Manutenção, a Gestão de Ativos
e o Planejamento na Nova Normalidade”*



MODELOS DE DETERMINAR A SEQUÊNCIA DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO COM FOCO EM DIVERSOS OBJETIVOS



Gabriel Alves Costa Lima, PhD.

gabriel.costa.lima@aremas.com.br

Fones: (19) 3308 2032 ou 19 9 9254 8380

Gabriel Alves Costa Lima

AREMAS – Reliability, Risk & Economics

 **abraman**
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

PROBLEMAS

Reconhecimento do problema pela comunidade

Uma pesquisa citada por Wireman (2015, p.199) mostra que 40% das empresas reconhecem que o planejamento era o maior problema de tais empresas.

Baixa produtividades das equipes de manutenção

O tempo mão-na-massa (wrench time) é baixo quando comparado a outras atividades como produção contínua. O valor de 35% é aceito encontrado em muitos casos, mas há empresa com valores tão baixo quanto 20%.

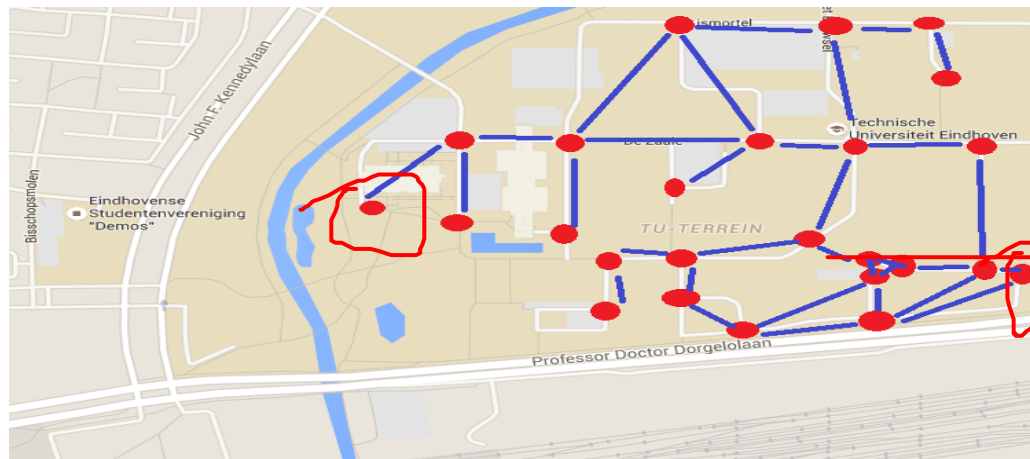
Algumas causas da baixa produtividade

- Tempo de espera por instruções
- Tempo de espera por peças sobressalentes
- Tempo de procura por supervisores
- Tempo de verificação de instrução de trabalho
- Tempo de viagens múltiplas nas pelas frentes de trabalho
- Tempo de viagens múltiplas ao almoxarifado
- Tempo perdido sem a ferramenta correta
- Tempo de espera de aprovações de trabalhos finalizados
- Etc.

Wireman, T. (2015), Benchmarking Best Practice for Maintenance, Reliability and Asset Management. Industrial Press.

PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Alguém duvida do resultado do mapa do google?

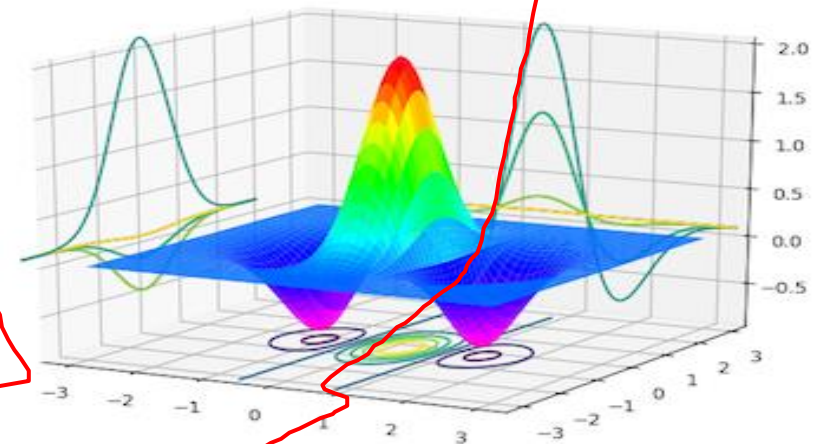


O sucesso do google maps não é pela experiência do motorista, mas sim o algoritmo de **Dijkstra** ou alguma coisa parecida (eu não sei exatamente o que está por traz do google porque é segredo).

A boa performance do mapa do google é **CIÊNCIA (OTIMIZAÇÃO MATEMÁTICA & PROGRAMAÇÃO)**

Maximize
Subject to:

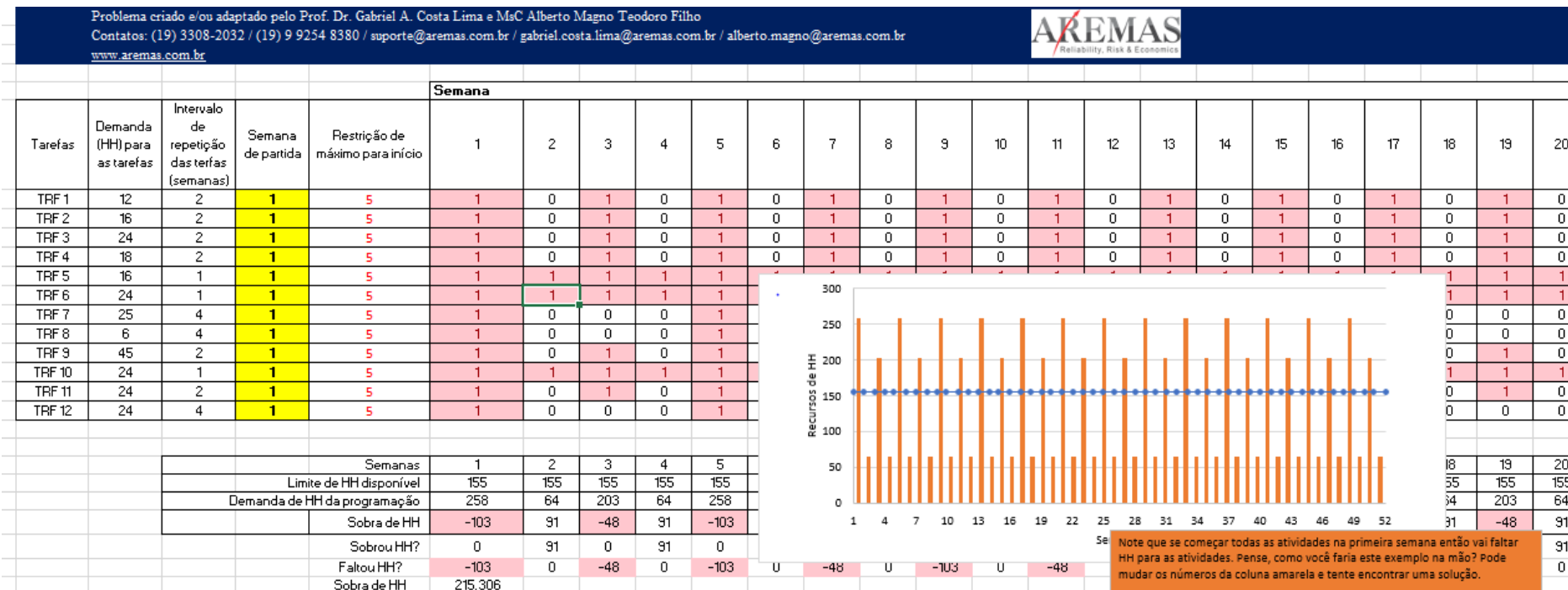
$$\begin{aligned}
 P &= p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_kx_k \\
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1k}x_k &\leq q_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2k}x_k &\leq q_2 \\
 &\vdots \\
 a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nk}x_k &\leq q_n \\
 x_1, x_2, \dots, x_k &\geq 0
 \end{aligned}$$



A PROPOSTA DE SOLUÇÃO É POR MEIO DE FORMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA

Exemplo de otimização de longo prazo (plano de 52 semanas)

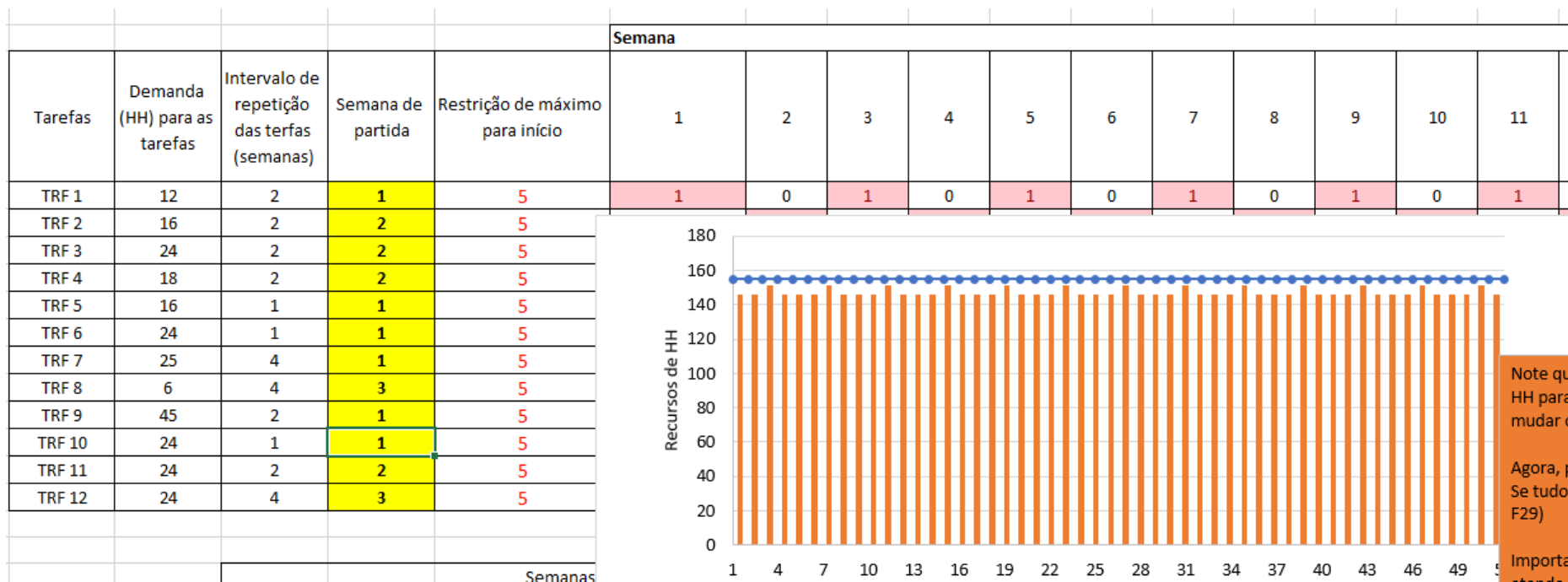
- O problema: determinar quando iniciar as atividades periódicas de modo a maximizar a produtividade dos recursos disponíveis



- Este exemplo possui 12 tarefas para serem realizadas em 52 semanas. Na coluna amarela encontram-se as variáveis de decisão que é escolher quando iniciar as tarefas. Veja que se todas começarem na primeira semana há extrapolação de recursos. Neste caso **faltam 1.963 HH.**

Exemplo de otimização de longo prazo (plano de 52 semanas)

Resultado de início ótimo para as tarefas:



- Veja as semanas que devem ser iniciadas as atividades. Para fazer por tentativa e erro, ele teria que percorrer, na pior situação, 248.832 combinações. Neste caso, **sobram 404 HH**. Vejam o valor de um modelo destes para aumento de produtividade.

Exemplo de otimização de curto prazo (turnos de trabalho)

- Tanto no longo quanto curto prazo, o sequenciamento ótimo da execução das tarefas de manutenção é um elemento importante para: (a) aumento de produtividade, (b) evitar horas-extras, (c) maximizar utilização de recursos alugados etc.

1) Características das tarefas (dados do problema)														
Tarefas	Duração da	Nível de	Sequenciamento necessário para cada tarefa						Necessidade de ponte rolante					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Desmontar eixo EX01	3	1	1T	1E	1E					PR				
Desmontar eixo EX02	3	3	1T	1E	1E					PR				
Desmontar eixo EX03	3	2	1T	1E	1E					PR				
Desmontar eixo EX06	3	1	1T	1E	1E	1M				PR				
Substituir relé REL04	4	2	1T	1E	1M	1E					PR			
Substituir relé REL06	4	2	1T	1E	1M	1M					PR	PR		
Abrir painel PNL 11	2	1	2E	1T										
Trocar válvula VAL05	3	2	1M	1M	1T					PR	PR			
Trocar válvula VAL06	3	3	1M	1M	1T					PR	PR			
Limpeza de bico BIC03	3	1	1T	1E	1T									
Limpeza de bico BIC04	2	1	1E	1T										
Troca de luva LUY03	4	2	2T	1T	1M	1M					PR			
Limpeza de fios	3	1	2E	2E	2E									
Aperto de mancal MNL	3	2	1M	1E	1T									

Restrição de Homem - Hora (HH) e disponibilidade																								
Hora	---- TURNO 1 ----								---- TURNO 2 ----								---- TURNO 3 ----							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Técnico automação (T)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Eletricista (E)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Mecânico (M)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ponte rolante (PR)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

- Neste exemplo um supervisor possui 14 tarefas para serem executadas em 3 turnos. Qual a seqüência ótima para realizar todas estas tarefas sem o emprego de horas extras?
- Um desafio: tente encontrar a seqüência correta manualmente entre milhares de alternativas possíveis.**

Exemplo de otimização de curto prazo (turnos de trabalho)

A seguir uma solução por tentativa e erro (veja que há um custo de R\$ 2.400 de horas extras).

Tarefas	Flexibilidade gerencial		
	Escolha do turno	Escolha da hora de início	Avanço máximo de início
Desmontar eixo EX01	1	1	5
Desmontar eixo EX02	1	1	5
Desmontar eixo EX03	1	1	5
Desmontar eixo EX06	2	1	4
Substituir relé REL04	2	1	4
Substituir relé REL06	2	1	4
Abrir painel PNL 11	2	1	6
Trocar válvula VAL05	2	1	5
Trocar válvula VAL06	2	1	5
Limpeza de bico BIC03	3	1	5
Limpeza de bico BIC04	3	1	6
Troca de luva LUY03	3	1	4
Limpeza de fios	3	1	5
Reaperto de mancal MNL 04	3	1	5

Números de turno =	2	
Função objetivo 1 (hora)	46	>> Minimizar ociosidade dos funcionários
Função objetivo 2 (pontos)	24	>> Maximizar a soma das prioridades
Função objetivo 3 (hora)	11	>> Maximizar ocupação da ponte rolante
Função objetivo 4 (hora)	43	>> Maximizar o tempo total de duração das tarefas
Função objetivo 5 (\$)	\$2.400	>> Minimizar custo com hora extra
Falta de recurso	-19	

Turno	Homem - Hora (HH) disponível			Tempo total de ociosidade em horas			Tempo total de ocupação em horas			Tempo total de falta de recurso em horas		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Técnico (T)	8	16	8	7	11	5	3	6	7	-2	-1	-4
Eletricista (E)	8	16	8	6	10	5	6	7	9	-4	-1	-6
Mecânico (M)	8	8	8	8	4	5	0	8	3	0	-4	0
Ponte Rolante (PR)	-	-	-	6	4	5	3	8	1	-3	-4	0

- A seguir uma solução ótima (veja que não há custo de horas extras).

1) Dashboard com variáveis de decisão gerencial

Tarefas	Flexibilidade gerencial		
	Escolha do turno	Escolha da hora de início	Avanço máximo de início
Desmontar eixo EX01	1	6	6
Desmontar eixo EX02	2	1	5
Desmontar eixo EX03	2	3	5
Desmontar eixo EX06	2	2	4
Substituir relé REL04	1	1	4
Substituir relé REL06	1	2	4
Abrir painel PNL 11	2	1	7
Trocar válvula VAL05	1	6	5
Trocar válvula VAL06	2	3	5
Limpeza de bico BIC03	1	5	5
Limpeza de bico BIC04	2	5	6
Troca de luva LUY03	2	4	4
Limpeza de fios	2	6	6
Reaperto de mancal MNL 04	2	1	5

Números de turno =	2	>> Escolha do número de turnos que entra na otimização
Função objetivo 1 (horas)	15	>> Minimizar ociosidade dos funcionários
Função objetivo 2 (pontos)	24	>> Maximizar a soma das prioridades
Função objetivo 3 (horas)	12	>> Maximizar ocupação da ponte rolante
Função objetivo 4 (horas)	40	>> Maximizar o tempo total de duração das tarefas
Função objetivo 5 (\$)	\$0	>> Minimizar custo com hora extra
Falta de recurso	0	

Turno	Homem - Hora (HH) disponível			Tempo total de ociosidade em horas			Tempo total de ocupação em horas			Tempo total de falta de recurso em horas		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Técnico automação (T)	8	16	8	2	6	8	6	10	0	0	0	0
Eletricista (E)	8	16	8	2	0	8	6	16	0	0	0	0
Mecânico (M)	8	8	8	3	2	8	5	6	0	0	0	0
Ponte Rolante (PR)	-	-	-	0	2	6	6	6	0	0	0	0

Modelo para alocação ótima de pessoal para minimizar custo

- Considere uma setor onde tem-se a seguinte demanda de pessoas todos os dias para fazer as tarefas:

1) Dados de demanda de profissionais em cada dia

Dias	Demanda de pessoas em cada dia
Domingo	18
Segunda	27
Terça	22
Quarta	26
Quinta	25
Sexta	21
Sábado	19

- Note que a demanda de trabalhadores varia em cada dia da semana;
- Devido a um acordo com o sindicato todos devem ter folgas de 2 dias consecutivos;
- No caso que as folgas não sejam no final de semana então tem um custo maior;
- O problema é: determinar o número de trabalhadores que devem começar em cada dia de modo que o custo seja o mínimo (obs.: **muito fácil achar uma solução para atender somente à demanda de pessoal**)

2) Possíveis dias de folgas de 2 dias consecutivos

Período trabalhando	Dias de folga	Pagamento semanal (R\$)
1	Domingo/Segunda	680
2	Segunda/Terça	705
3	Terça/Quarta	705
4	Quarta/Quinta	705
5	Quinta/Sexta	705
6	Sexta/Sábado	680
7	Sábado/Domingo	655

3) Variáveis de decisão

Período trabalhando	Número de trabalhadores	(Variáveis gerenciais)
1	5,00	X1
2	1,00	X2
3	8,00	X3
4	1,00	X4
5	6,00	X5
6	2,00	X6
7	10,00	X7

4) Custo total dos trabalhadores para a empresa

F.O (R\$)	22.590,00
-----------	-----------

- À esquerda a solução ótima.
-

Presente de Natal da AREMAS/2020:

Curso gratuito: MACHINE LEARNING APLICADO NA SOLUÇÃO DE MANUTENÇÃO

- As metodologias de classificação, agrupamento e predição usadas machine learning aplicadas na solução de problemas em manutenção e gestão de ativos
- Abertura da “caixa preta” de algoritmos de ferramentas de previsão de falhas de equipamentos
- Os métodos matemáticos usados nas ferramentas de digitalização das empresas na jornada em direção ao mundo 4.0, 5.0 e seguindo...
- Obs.: Todos os modelos apresentados no curso possuem equações abertas e tudo será feito em planilhas excel para que todos possam entender as metodologias

Contatos e inscrições:

www.AREMAS.com.br

E-mail: elis.soares@aremas.com.br

35º CONGRESSO
BRASILEIRO DE
MANUTENÇÃO E
GESTÃO DE ATIVOS

EVENTO ONLINE 
25 A 30 DE OUTUBRO DE 2020



*"A Manutenção, a Gestão de Ativos
e o Planejamento na Nova Normalidade"*



35º CONGRESSO
BRASILEIRO DE
MANUTENÇÃO E
GESTÃO DE ATIVOS

OBRIGADO!



Gabriel Alves Costa Lima, PhD.

gabriel.costa.lima@aremas.com.br

Fones: (19) 3308 2032 ou 19 9 9254 8380