XXII SIMPEP SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Política Nacional de Inovação e Engenharia de Produção
09, 10 e 11 de novembro 2015

UM MODELO MATEMÁTICO PARA A PROGRAMAÇÃO DE MEMBROS DE UMA EQUIPE A PROJETOS DE MANUTENÇÃO OFFSHORE

PABLO TENTEMPO STEINER - pablo.stb@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF

EDWIN BENITO MITACC MEZA - emitacc@id.uff.br
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF

DALESSANDRO SOARES VIANNA - dalessandrosoares@yahoo.com.br
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF

IARA TAMMELA - iaratammela@vm.uff.br
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF

MAXIMO CONCEPCIÓN MITACC MEZA - mmitacc@correo.ulima.edu.pe
ULIMA

Resumo: *ESTE ARTIGO APRESENTA UMA PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO PARA A PROGRAMAÇÃO DE MEMBROS DE UMA EQUIPE A PROJETOS DE MANUTENÇÃO EM PLATAFORMAS OFFSHORE, VISANDO MINIMIZAR OS CUSTOS, BEM COMO EVITAR ATRASOS NA EXECUÇÃO DAS OPERAÇÕES DE MANUTTENÇÃO PREVISTAS EM PROJETO. ESTE ESTUDO É IMPORTANTE JÁ QUE O PLANEJAMENTO DAS EQUIPES DE PROJETOS AUXILIA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO, POIS INTERFEREM DIRETAMENTE NA OPERAÇÃO DAS PLATAFORMAS. O PROCESSO DE SOLICITAÇÃO DE PROJETOS SERÁ DESCRITO NESTE TRABALHO PARA MELHOR COMPREENSÃO DAS INTERFACES. APÓS A APRESENTAÇÃO DO MODELO, SERÃO CONFRONTADOS OS RESULTADOS OBTIDOS, DE FORMA VALIDAR A EFICIÊNCIA DO MODELO PROPOSTO NESTE TRABALHO.*

Palavras-chaves: *MANUTENÇÃO OFFSHORE, SETOR GÁS & ÓLEO, PROGRAMAÇÃO INTEIRA-MISTA.*

Área: *6 - PESQUISA OPERACIONAL*
Sub-Área: *6.1 - PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA*

A MATHEMATICAL MODEL FOR PROGRAMMING TEAM MEMBERS OF MAINTENANCE OFFSHORE PROJECTS

Abstract: *THIS PAPER PRESENTS A PROPOSAL OF A MATHEMATICAL MODEL FOR PROGRAMMING TEAM MEMBERS OF MAINTENANCE PROJECTS IN OFFSHORE PLATFORMS IN ORDER TO MINIMIZE COSTS AND AVOID DELAYS IN THE EXECUTION OF MAINTENANCE OPERATIONS FORESEEN IN PROJECT. THHIS STUDY IS IMPORTANT AS THE PROJECT PLANNING OF TEAMS HELPS IN THE DECISION MAKING PROCESS BY INTERFERING DIRECTLY IN THE OPERATION OF PLATFORMS.THE PROCESS OF PROJECT REQUEST WILL BE DESCRIBED IN THIS ARTICLE FOR INTERFACES BETTER UNDERSTANDING. FOLLOWING MODEL'S PRESENTATION, THE RESULTS WILL BE CONFRONTED IN ORDER TO VALIDATE THE EFFICIENCY OF THE PROPOSED MODEL.*

Keyword: *OFFSHORE MAINTENANCE; OIL & GAS SECTOR; MIXED-INTEGER PROGRAMMING.*

1. Introdução

Na sociedade atual o petróleo pode ser considerado a fonte de energia mais importante, sendo considerado o motor da economia mundial. No Brasil, não é diferente, a indústria de petróleo tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social do país, principalmente na geração de emprego e renda, bem como no desenvolvimento de novas tecnologias e na disseminação de conhecimento.

Segundo dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2014), o setor tem crescido muito nos últimos anos, sendo o estado do Rio de Janeiro considerado um dos maiores produtores de petróleo e gás do país, tendo registrado expressivos números de produção no setor. Especificamente uma região do estado do Rio de Janeiro se destaca como a maior produtora, a Bacia de campos, localizada no norte do estado fluminense.

A exploração e produção de petróleo na Bacia de campos e como em qualquer outra região apresentam vários processos ao longo de sua cadeia produtiva, começando desde a descoberta do poço a ser explorado, até o refino do petróleo em refinarias petroquímicas.

Dentre todas as etapas do processo de exploração e produção, destaca-se a manutenção, cuja participação é vital para o funcionamento das plataformas e para segurança dos envolvidos na operação de produção de petróleo em alto mar. A corrosão de equipamentos e estruturas metálicas presentes no âmbito offshore endossa a necessidade de se realizar manutenções constantes, segundo Gentil (1996), a corrosão de forma geral é um processo espontâneo, está constantemente transformando os materiais de modo que a durabilidade e desempenho dos mesmos deixam de satisfazer os fins que se destinam.

Assim, o setor de plataformas de petróleo e gás tende a necessitar de constantes reparos em suas estruturas e equipamentos, pois o ambiente em que este sistema está inserido acelera o processo natural de corrosão e o acentuado grau de risco associado ao trabalho realizado em alto mar.

Segundo Viana (2002) a palavra manutenção vem do latim *manus tenere* que significa manter o que se tem. A manutenção em qualquer tipo indústria visa a extração máxima da capacidade da maquinaria com o intuito de obter zero defeito.

A empresa utilizada neste estudo é a Petrobras S/A, ela está presente com suas operações de produção e exploração de petróleo na bacia de campos, a estatal brasileira possui atualmente na bacia, 31 plataformas de produção, dos tipos: fixa, móvel, submersível e semissubmersível. A empresa tem como característica incluir em suas atividades, programas que visam redução de custos em suas operações como o programa Procop, que busca

identificar oportunidades de redução de custo com impacto relevante e contínuo nas operações da Companhia.

Pensando nesta característica da empresa, o planejamento da manutenção vem de encontro aos seus interesses que é um desafio para as indústrias do ramo *offshore*, controlar custos e os prazos, para que a manutenção ocorra de forma eficiente (ABRAMAN, 2014).

No setor *offshore*, a demanda por projetos de manutenção é oriunda das unidades de exploração e produção, os quais são direcionados para o setor de projetos que é responsável por alocar cada um dos projetos nas equipes competentes. Sendo cada equipe responsável por definir o cronograma e alocar os profissionais responsáveis para o desenvolvimento dos respectivos projetos de manutenção.

É importante ressaltar que, a definição do cronograma e alocação de profissionais pode ser considerado na literatura como um modelo de programação de equipes de trabalho. Segundo Borba e Souza (2011), elaborar este tipo de modelo não é uma tarefa trivial, exigindo o estudo de um grande conjunto de informações, tornando-o de difícil resolução e sujeito à ocorrência de uma variedade de conflitos entre os diversos elementos envolvidos. Ainda segundo Borba e Souza (2011), deve-se ter um conhecimento prévio da mão-de-obra disponível, dos períodos de trabalho, das competências dos funcionários, enfim, de um conjunto de variáveis complexas, mas necessárias para o mecanismo de trabalho.

Assim, o objetivo deste trabalho é propor um modelo matemático para a programação de membros de uma equipe a projetos de manutenção em plataformas *offshore*, visando minimizar os custos, bem como evitar atrasos na execução das operações de manutenção previstas em projeto.

2. Descrição do Problema

Dentre as atividades no que cerne a exploração de petróleo em alto mar, a manutenção nas plataformas *offshore*, vem com o objetivo de aumentar a eficiência operacional, assim sendo, ela visa: diminuir os riscos de parada de produção, diminuir a perda de equipamentos, o afastamento de pessoal por acidentes de trabalho dentre outras atividades.

Assim, as estruturas e equipamentos das plataformas são inspecionados e monitorados diariamente por fiscais de manutenção, estes fiscais geram relatórios que por sua vez indicam a necessidade de manutenção de um equipamento ou estrutura metálica através de indicadores estatísticos. Isto está dentro do cerne da manutenção preventiva que atua antes da necessidade de intervenção para que os processos na plataforma não parem. Assim, para que não ocorra uma parada na produção, foi estruturado um setor que cuida do planejamento de projetos que

visam atender a demanda de serviços solicitados pelos fiscais da operação.

Para efeito de planejamento, existem equipes situadas na base de Macaé-RJ especificamente na base UO-BC, que recebe os pedidos enviados pelas Unidades de Exploração e Produção (UEP) por meio eletrônico, com prazo mínimo de atendimento determinado pelo solicitante, no caso, as UEP´s. Estes pedidos descritos como "NOTAS ZS" são atualizados diariamente numa planilha eletrônica pela equipe de planejamento da base da UO-BC, no setor PROJM, que é o setor que cuida de projetos de manutenção na Petrobras.

Em sumo, o fluxo de demandas segue os seguintes passos (ver Figura 1):

1º Passo: A UEP identifica a necessidade de manutenção e envia a demanda para os setores executantes de obra.

2º Passo: Os setores executantes de obras priorizam em suas carteiras os atendimentos das demandas, ou seja, elaboram cronogramas de atendimento dos projetos para que as obras sejam realizadas conforme previsto em carteira, caso a demanda necessite de projeto os setores solicitam ao PROJM a elaboração dos projetos de manutenção.

3º Passo: O PROJM recebe a demandas destes três setores e atende conforme critérios de priorização de demandas, ao final são retornados aos setores os projetos que deverão ser executados pelos setores, PPROG, UMS e CM.

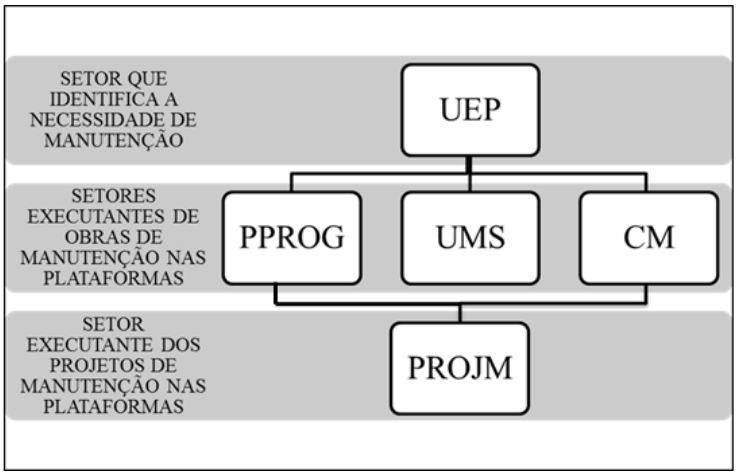

FIGURA 1 – Fluxo de demandas de projetos de manutenção.

É importante ressaltar que, as demandas solicitadas necessitam ser entregues dentro do prazo estipulado pelo cliente para execução dos projetos. No caso do setor solicitante de projeto ser a UMS, este setor indica ao setor de projetos, PROJM, qual será a sua data de necessidade de atendimento, ou seja, em que época do ano o PROJM deverá entregar os

projetos prontos para que a UMS possa realizar as obras nas plataformas que ela irá atender naquele ano. A Figura 2 exemplifica a janela de tempo que o setor de projetos deverá obedecer.

PLATAFORMA	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
P-25			07/03/2015									
P-33				20/04/2015								
PNA-1				27/04/2015								
P-19			24/03/2015	19/04/2015								
PCE-1					11/05/2015							
PPG-1						15/06/2015						
P-18					28/05/2015					25/10/2015		
P-08					29/05/2015					26/10/2015		
P-35					30/05/2015					27/10/2015		
P-09						28/06/2015						25/12/2015
P-26												04/12/2015
P-31												06/12/2015

Período de obras a serem realizadas pela UMS.

FIGURA 2 – Exemplo de cronograma de atendimento das UMSs.

No caso do setor solicitante de projeto ser o setor de Paradas Programadas, o PPROG, este também segue o mesmo alinhamento da UMS, obedecendo a um cronograma de atendimento das suas respectivas obras a serem realizadas nas plataformas *offshore*. Já no caso do setor CM, este não possui um cronograma exato para que os projetos estejam prontos, pois a baixa complexidade dos projetos solicitados faz com que o PROJM não tenha que a ter as suas necessidades de forma prioritária, a princípio adota-se a datas nos intervalos de tempos entre as operações da UMS e do PPROG, por possuírem datas mais críticas para o atendimento e suas demandas e seus projetos serem mais prioritários para o atendimento conforme solicitação da empresa.

À medida que os pedidos são atualizados no PROJM, os mesmos são classificados em: Base de Projeto, Projeto Básico, Projeto Detalhado, Folha de Dados e Consultas técnicas, estas demandas são os produtos entregáveis do setor alvo de estudo deste trabalho.

Cada demanda é enviada para equipes executantes de projeto, sendo estas classificadas em disciplinas principais, ditas: Tubulação, Estrutura, Processo, Instrumentação, Arquitetura Naval, Equipamento, Elétrica e VAC. Cada uma destas equipes é composta por um grupo de engenheiros e projetistas que elabora o projeto a ser executado nas plataformas, pelos executantes de obras no caso, PPROG, UMS, CM citados anteriormente.

Assim, as equipes, após receberem a demanda, definem o cronograma e alocam os profissionais responsáveis para cada um dos projetos demandados.

Para efeito de aplicação a equipe selecionada foi a de estrutura, pois recebe o maior percentual de projetos, e são as que apresentam maior demanda de solicitações por parte das

UEP´s, bem como demandam maior urgência no atendimento.

Esta equipe é responsável por elaborar projetos de manutenção de estruturas metálicas presentes nas plataformas de petróleo *offshore*, alguns exemplos de serviços atendidos, são: projetos de manutenção de casario, que é local onde ficam os dormitórios dos trabalhadores, projetos de manutenção das colunas de sustentação das plataformas fixas, entre outras.

Atualmente esta equipe é composta por seis profissionais que atendem a carteira de projetos de acordo com o seu nível de complexidade, estes profissionais se subdividem em Engenheiro Sênior, no caso, atuante no setor de projetos há mais de 10 anos, em Engenheiro Pleno, atuante no setor de projetos há mais de 6 anos e em Engenheiro Júnior, que atuam no mercado com menos de 6 anos de experiência. A composição da equipe e como é alocado o profissional que irá atender a demanda são descritos na Tabela 1.

TABELA 1 – Alocação de Demandas de Projetos aos Profissionais..

Profissionais	**Tipos de projetos atendidos de acordo com a complexidade do Projeto**
1-Engenheiro Sênior (Líder-coordenador)	Alta/ Média/ Baixa
2-Engenheiro Sênior (supervisor)	Alta / Média/ Baixa
3-Engenheiro Pleno	Média / Baixa
4-Engenheiro Pleno	Média / Baixa
5-Engenheiro Junior	Baixa
6-Engenheiro Junior	Baixa

Cabe ressaltar que, cada profissional fica responsável pelo atendimento dos projetos que ficaram em sua carteira de atendimento, ou seja, existirá um conjunto de projetos designados para cada especialista. Assim o setor de planejamento tem o objetivo de fazer a programação das equipes no setor, consistindo basicamente em dizer quais profissionais irão atender determinados projetos, o tempo mínimo e o tempo máximo para execução dos projetos baseado na priorização feita pelos setores solicitantes, e determinar a capacidade de atendimento do quantitativo geral de todos os projetos ao longo de um ano (ver exemplo da Figura 3).

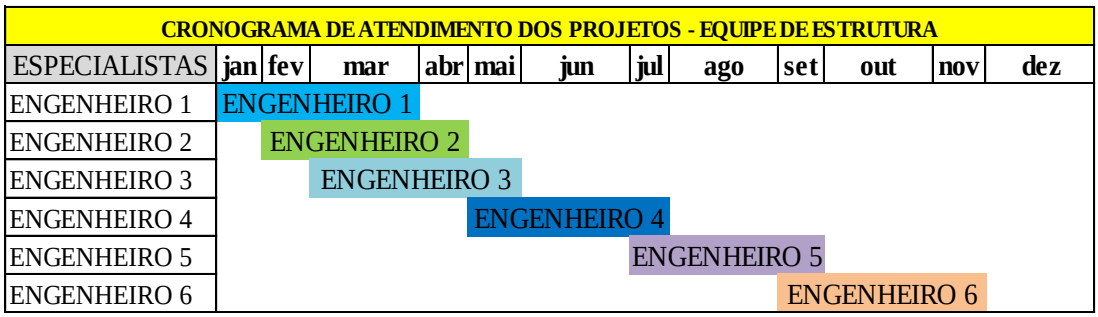

FIGURA 3 – Exemplo de cronograma de atendimento de Projetos.

3. Formulação e Modelagem Matemática do Problema

O modelo proposto consistirá na programação de uma equipe de projetos de estrutura, assim sendo, determinando a designação de quais projetistas irão atender determinados projetos e quando estes projetos devem ser elaborados para que não ocorra atrasos na entrega dos projetos solicitados.

Assim, o modelo deverá receber como dados de entrada as janelas de execução, ou seja, tempo máximo e tempo mínimo para execução dos projetos, a duração estimada dos projetos baseado na experiência dos projetistas e dados históricos, a complexidade dos projetos que também é determinada pela experiência dos projetistas e dados históricos, e a capacidade do projetista baseado no tempo de carreira, conforme o nível de experiência (ver Figura 4).

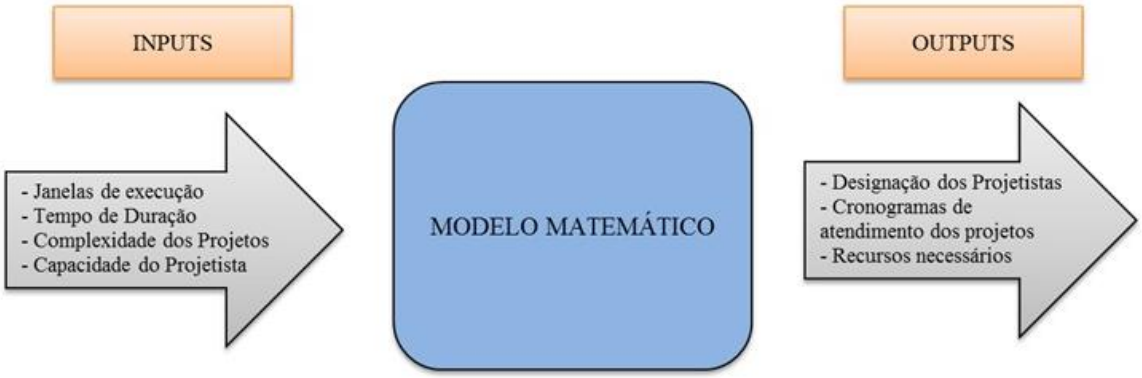

FIGURA 4 – Interação do Modelo Matemático.

Para formular matematicamente este problema se devem definir os seguintes parâmetros e variáveis de decisão:

<u>Parâmetros</u>:

$P = conjunto\ de\ todos\ os\ projetos\ \{1, \ldots, NP\}.$

$E = conjunto\ de\ todos\ os\ especialistas\ \{1, \ldots, NE\}, sendo\ o\ especialista\ NE\ um\ especialista\ ficticio\ usado\ para\ abrigar\ projetos\ que\ não\ serão\ atendidos.$

$D = Distância\ mínima\ entre\ atendimentos\ de\ um\ mesmo\ especialista.$

$TmpDur_{(j)} = Tempo\ de\ duração\ do\ projeto\ "j".$

$TmpMin_{(j)} = Menor\ tempo\ que\ o\ projeto\ "j"\ pode\ iniciar.$

$TmpMax_{(j)} = Maior\ tempo\ que\ o\ projeto\ "j"\ pode\ terminar.$

$PrioProj_{(j)} = Prioridade\ do\ projeto\ "j"$

$CompProj_{(j)} = Complexidade\ do\ projeto\ "j".$

$CompEsp_{(i)} = Complexidade\ máxima\ que\ o\ especialista\ "i"\ pode\ atender.$

$MC_{(j_1,j_2)} = Matriz\ que\ informa\ se\ há\ colisão\ entre\ as\ janelas\ (TmpMin, TmpMax)$ $dos\ projetos\ j_1\ e\ j_2.$

$MA_{(j,i)} = Matriz\ que\ informa\ se\ o\ especialista\ i\ pode\ atender\ o\ projeto\ j$

$PE = Penalidade\ para\ evitar\ projetos\ sem\ especialista.$

$PP = Penalidade\ visando\ atender\ projetos\ prioritários.$

$PF = Penalidade\ visando\ diminuir\ a\ folga\ entre\ a\ complexidade\ de\ um$ $projeto\ e\ a\ complexidade\ máxima\ do\ especialista.$

$PT = Penalidade\ visando\ diminuir\ a\ folga\ entre\ o\ tempo\ de\ inicio\ de\ um$ $projeto\ e\ o\ tempo\ mínimo\ que\ o\ projeto\ deve\ ser\ realizado.$

<u>Variáveis de decisão</u>:

$$x_{(j,i)} = \begin{cases} 1 & indica\ que\ o\ especialista\ i\ atende\ o\ projeto\ j \\ 0 & caso\ contrário \end{cases}$$

$$y_{(j_1,j_2)} = \begin{cases} 1 & indica\ se\ o\ projeto\ j_1\ ocorre\ antes\ do\ projeto\ j_2 \\ 0 & caso\ contrário \end{cases}$$

$t_ini_{(j)} = tempo\ de\ inicio\ do\ projeto\ j$

$t_fim_{(j)} = tempo\ de\ fim\ do\ projeto\ j$

Utilizando esta notação, o problema pode ser formulado como um modelo de programação inteira mista:

$$MIN\ \ FO = PE \times \left(1 + \sum_{j \in P} \frac{x_{(j,NE)}}{NP}\right) + PP \times \left(1 + \sum_{j \in P} \sum_{\substack{i \in E \\ i \neq NE}} \frac{x_{(j,i)} \times PrioProj_{(j)}}{NP}\right)$$

$$+PF \times \left(1 + \sum_{i \in E} \sum_{\substack{j \in P \\ MA_{(j,i)}=1}} \frac{x_{(j,i)} \times \left(CompEsp_{(i)} - CompProj_{(j)}\right)}{10}\right)$$

$$+PT \times \left(1 + \sum_{j \in P} \frac{t_ini_{(j)} - TmpMin_{(j)}}{365}\right)$$

s.a.

$$\sum_{\substack{i \in E \\ MA_{(j,i)}=1}} x_{(j,i)} = 1 \qquad \forall j \in P \qquad (R1)$$

$$y_{(j_1,j_2)} = 1 - y_{(j_2,j_1)} \qquad \forall j_1, j_2 \in P, j_1 > j_2 \qquad (R2)$$

$$t_ini_{(j_1)} \geq t_fim_{(j_2)} + D - \left(TmpMax_{(j_1)} + D\right)\left(3 - x_{(j_1,i)} - x_{(j_2,i)} - y_{(j_2,j_1)}\right)$$

$$\forall i \in E, i \neq NE, \forall j_1 \in P \middle| MA_{(j_1,i)} = 1, \forall j_2 \in P \middle| MC_{(j_1,j_2)} = 1, MA_{(j_2,i)} = 1 \qquad (R3)$$

$$t_ini_{(j)} \geq TmpMin_{(j)} \qquad \forall j \in P \qquad (R4)$$

$$t_fim_{(j)} \geq TmpMax_{(j)} \qquad \forall j \in P \qquad (R5)$$

$$t_fim_{(j)} = t_ini_{(j)} + TmpDur_{(j)} \qquad \forall j \in P \qquad (R6)$$

$$x_{(j,i)} \in [0,1] \qquad \forall i \in E, \forall j \in P \middle| MA_{(j,i)} = 1 \qquad (R7)$$

$$y_{(j_1,j_2)} \in [0,1] \qquad \forall j_1, j_2 \in P, j_1 > j_2 \qquad (R8)$$

$$t_ini_{(j)} \geq 0 \qquad \forall j \in P \qquad (R9)$$

$$t_fim_{(j)} \geq 0 \qquad \forall j \in P \qquad (R10)$$

O objetivo é minimizar as penalidades em relação a projetos sem especialista, ao atendimento de projetos não prioritários, a alocar especialistas muito experientes em projetos simples (ou baixa complexidade) e de uma folga maior entre o tempo de início de um projeto como o tempo mínimo permitido. A restrição (R1) garante que cada projeto deve estar associado a exatamente um especialista. A igualdade (R2) assegura que se um determinado projeto *i* antecede o projeto *j*, então o projeto *j* não antecede o projeto *i*. A desigualdade (R3) garante que um determinado especialista não atenda dois projetos simultaneamente, para isto assegura que o tempo de início do projeto j_1 tem que ser maior que o tempo final do projeto j_2 mais a distância mínima entre atendimentos, caso j_1 e j_2 sejam atendidos pelo mesmo especialista e caso j_2 preceda j_1. A desigualdade da restrição (R4) assegura que o tempo de início de um determinado projeto tem que ser maior ou igual que o tempo mínimo do mesmo. Já a restrição (R5) assegura que o tempo final de um determinado projeto tem que ser menor ou igual que o tempo máximo do mesmo. A desigualdade (R6) garante que o tempo final de um determinado projeto tem que ser igual ao tempo de início mais a duração do mesmo.

As restrições (R7) e (R8) representam o domínio adequado das variáveis binárias. Já as restrições (R9) e (R10) são restrições de não negatividade.

4. Testes Computacionais para validação do Modelo

4.1 Construção dos cenários testes

Para melhor compreensão do modelo e sua capacidade de utilização, elaboraram-se três cenários distintos, aumentando de forma crescente a quantidade de projetos que necessitam serem designados, contudo considerou-se constante a quantidade de especialistas disponíveis para os atendimentos dos respectivos projetos, sendo considerados 6 especialistas.

Assim, os cenários deverão ter os seguintes dados de entrada: Número de projetos por ano, quantitativos de especialistas, janelas de tempo de atendimento, complexidade dos projetos e a capacidade de atendimento dos especialistas.

- Cenário 1 – foi constituído de 20 projetos por ano;
- Cenário 2 – diferente do cenário anterior foram considerados 40 projetos;
- Cenário 3 – foram considerados 75 projetos por ano.

Para melhor compreensão do processo, a Tabela 2 representa os dados de entrada utilizados no cenário 3.

TABELA 2 – Dados de entrada para o cenário 3.

Projeto	Duração	Janela de Execução		Complexidade
		Tempo Mínimo	Tempo Máximo	
1	26	0	35	6
2	25	0	30	6
3	22	0	37	5
4	20	21	61	4
5	23	24	67	5
6	26	36	82	5
7	25	38	83	5
8	25	44	89	5
9	31	28	89	10
10	30	50	90	9
11	32	62	104	8
12	33	47	105	7
[illegible]	[illegible]	71	[illegible]	8
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
64	28	288	326	8
65	30	294	334	9
66	28	300	338	8
67	25	289	339	6
68	25	295	345	6
69	30	305	345	9
70	20	305	345	4
71	20	307	347	4
72	25	250	300	6
73	25	275	325	6
74	25	283	333	6
75	35	275	340	10

Já a Tabela 3 mostra a capacidade de atendimento dos projetistas, que tem como base a experiência profissional de cada um dos membros da equipe. É importante ressaltar que, para aplicação do modelo foi criada um especialista fictício identificado com o número (7*), este especialista foi criado para complementar o atendimento de todos os projetos previstos, de tal forma que a equipe consiga atender a todos os projetos. Se um projeto for designado ao

especialista fictício, isto significa que o projeto não pode ser atendido pela referida equipe. Na função objetivo a designação deste especialista será penalizada, para que o resultado seja um cenário aonde o especialista 7 seja o menos utilizado possível.

TABELA 3 – Capacidade de Atendimento dos Especialistas.

Especialista	Capacidade de atendimento com relção a complexidade dos Projetos
1	10
2	10
3	8
4	8
5	6
6	6
7*	10

4.2 Análise dos resultados

O modelo de programação matemática desenvolvido foi implementado no software de otimização LINGO 10.0. Os testes foram executados utilizando a seguinte configuração de hardware: processador Pentium® Dual-core 2.20 GHz, memória RAM de 4.0 GB e sistema Windows 7 de 64 bits. A Figura 5 ilustra por exemplo os resultados obtidos no cenário 1.

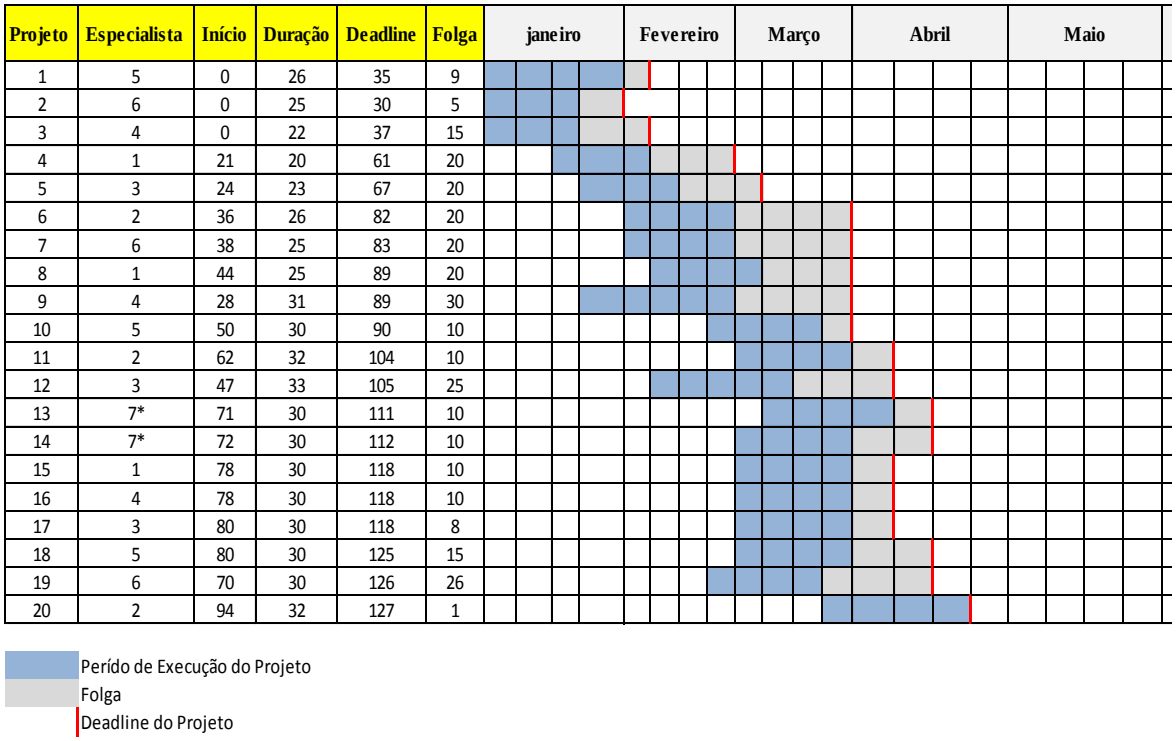

FIGURA 5 – Cronograma de Atendimento dos Projetos (Cenário – 1).

Fazendo uma análise da Figura 5, pode-se concluir que 10% dos projetos não serão atendidos durante a janela de execução, já que o especialista fictício 7* será designado a 2 projetos.

A Tabela 4 mostra o quanto foi utilizado os especialistas em cada um dos cenários bem como seu percentual de aproveitamento em relação ao quantitativo de projetos alocados para atendimento.

TABELA 4 – Projetos atendidos por cada especialista para cada um dos cenários.

	Especialista	Projetos Atendidos	Aproveitamento (%)
Cenário 1	1	3	15%
	2	3	15%
	3	3	15%
	4	3	15%
	5	3	15%
	6	3	15%
	7*	2	10%
	Total	20	100%
Cenário 2	1	3	7,5%
	2	2	5%
	3	6	15%
	4	6	15%
	5	10	25%
	6	9	22,5%
	7*	4	10%
	Total	40	100%
Cenário 3	1	7	9,4%
	2	6	8%
	3	9	12%
	4	7	9,3%
	5	11	14,7%
	6	13	17,3%
	7*	22	29,3%
	Total	75	100%

Em sumo, considerado os três cenários, podemos chegar ao quantitativo de projetos atendidos e não atendidos pelo setor de acordo com a designação proposta a partir dos resultados do modelo matemático, ver tabela 5.

TABELA 5 – Análise Geral dos Cenários.

Total de Projetos	Cenário -1	Cenário -2	Cenário -3
Atendidos	18	36	53
Não Atendidos	2	4	22

Deste modo considerando o cenário 3, que consiste no cenário de projetos que são solicitados ao setor por ano em média, no caso 75 projetos por ano, podemos fazer uma análise de quantos especialistas devem ser contratados no setor para que todos os projetos sejam atendidos.

No caso seria necessário contratar mais especialistas para atender todos os projetos, assim a equipe seria composta por um quantitativo de maior do que o existente hoje.

Assim, o modelo matemático também foi importante para o processo de tomada de decisão com relação à contratação de novos especialistas para o setor alo de estudo.

5. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo propor uma ferramenta para o problema de programação de uma equipe de projetistas no setor de Manutenção *offshore*. Para alcançar este objetivo, foram mapeados os processos que envolvem o desenvolvimento de projetos de manutenção, desde a solicitação do projeto até a entrega do projeto pronto ao cliente, ou seja, ao setor que solicitou a sua elaboração.

Na modelagem matemática foram levantados os dados dos projetos que necessitam ser atendidos ao longo de um ano, como a sua janela de atendimento, complexidade e capacidade de atendimento por parte do especialista da equipe. Como resposta aos dados, o modelo apresentou a designação dos projetos bem como a programação da equipe ao longo de um ano de trabalho. Para validar o modelo proposto foram construídos 3 cenários aonde apurou-se a capacidade do modelo.

É importante ressaltar que, através do modelo foi possível fazer outras análises além da designação e programação, no caso, olhando para cada complexidade de projeto que foi alocado, onde se pode perceber que os projetos que não foram atendidos ficariam para um atendimento futuro do setor. Contudo nesta perspectiva o setor acumularia ao longo dos anos um chamado *backlog* de projetos, isto é, um acúmulo de projetos que acarretaria em atrasos na execução das obras das plataformas o que impactaria nas operações de exploração e produção de petróleo.

Outro aspecto importante na implementação do modelo matemático, foi a análise de que é possível através do modelo indicar quantos profissionais devem atuar nas equipes e assim dizer quantos funcionários um setor de projetos deveria ter para atender todos os projetos sem que haja contratação externa de empresas, o que acarretaria em custos maiores.

Referências

ABRAMAN. Associação brasileira de manutenção e gestão de ativos: Histórico do Setor. Disponível em <<www.abraman.org.br>> consultado em 23/06/2014 às 14:00.

ANP. Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural – Maio 2014. Disponível em <<www.anp.gov.br>> consultado em 20/06/2014 às 10:30.

BORBA, N. A. Da S.; SOUZA, S. R. De. Solução computacional para o problema de programação de equipes de saúde pública e tarefas via metaheurística iterated local search com busca local randômica. XIV *Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*. FGV. 2011.

GENTIL, V. *Corrosão*, 3º Edição, Editora LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro - RJ. 1996.

VIANA, H. R. G. *PCM - Planejamento e controle da manutenção*. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed. 2002.