



Determinação do melhor substituto numa equipe offshore com AG

Aluno: Roberto Alejandro Tello Echenique
Orientador: Felipe Borges

Trabalho de Final de Curso, Bi Master, Rio de Janeiro, Jan/2022

Descrição do problema



Nos contratos offshore devido a sua distância de terra e ao regime de trabalho 24 x 7 a manutenção das equipes é de muita importância, não somente para enfrentar os desafios técnicos mas também para manter uma carga de trabalho bem distribuída e sem impactos na qualidade ou na segurança dos serviços.

Equipes em geral devem ser bem equalizadas para fornecer um mix de capacidades técnicas e experiências de forma a poder fazer frente ao dia a dia do trabalho.

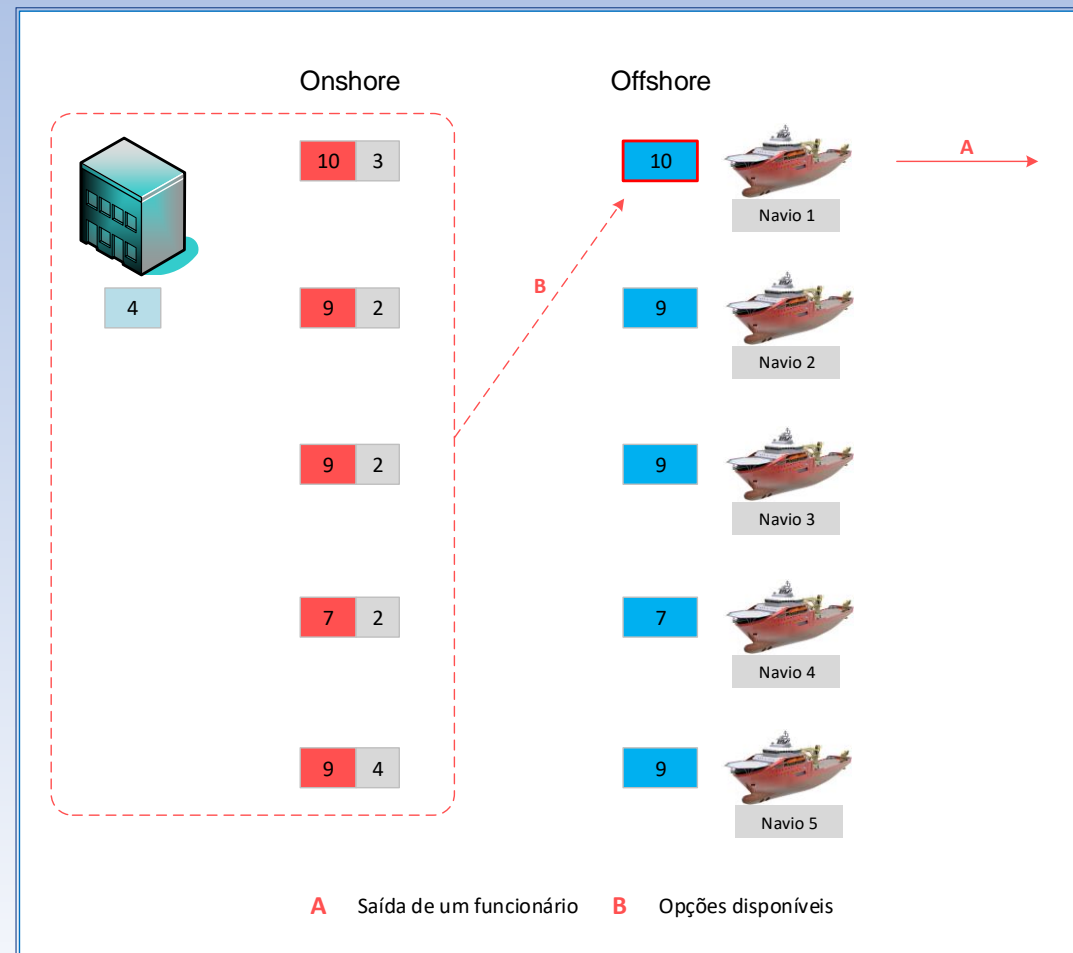
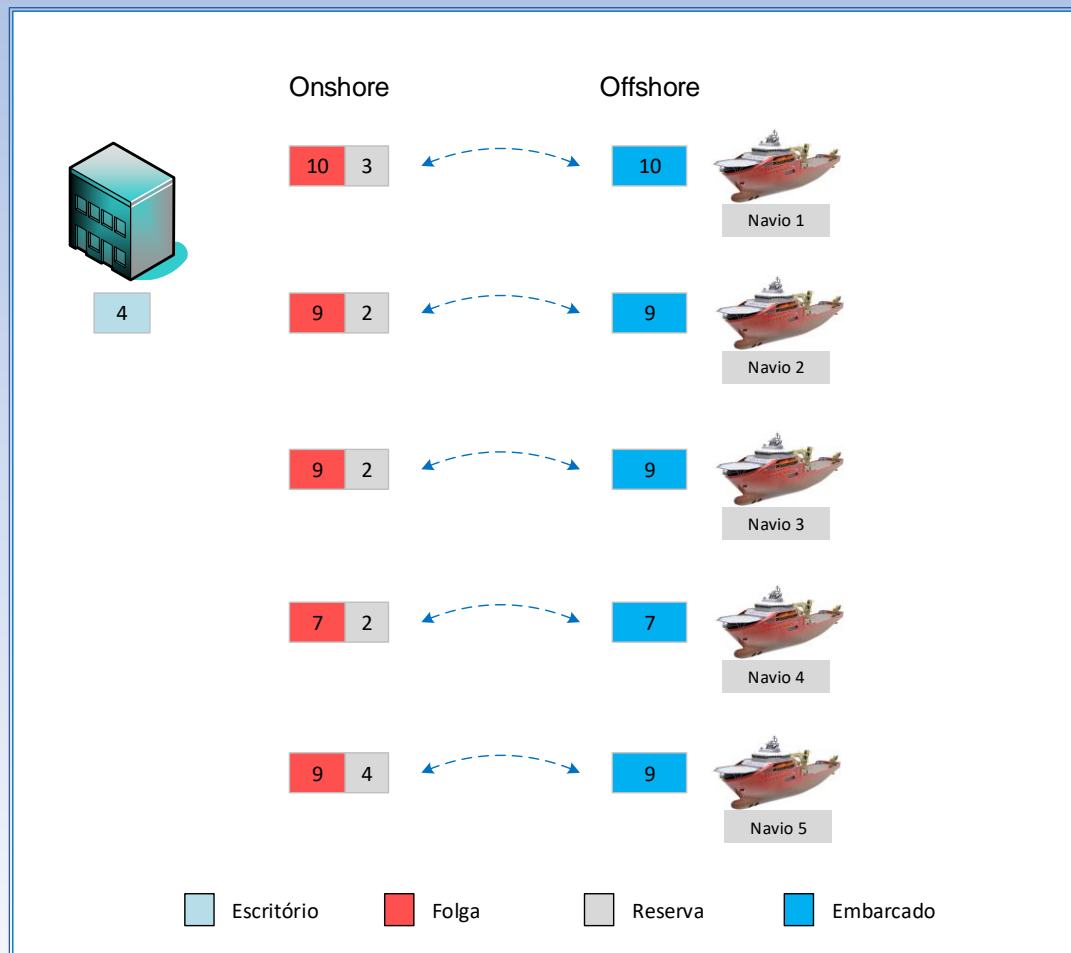
Devido a diversos fatores tanto no contrato como em terra, tais como : problemas de saúde do colaborador, acidentes de trabalho a bordo ou problemas com familiares em terra, etc, etc... podemos acabar tendo como consequência uma equipe incompleta, com uma configuração diferente do planejado, nestes casos a reconstituição de sua capacidade passa a ser um assunto prioritário.

O presente trabalho visa verificar se com a utilização da técnica de *Algoritmos Genéticos (AG)* poderíamos determinar uma lista otimizada de possíveis substitutos, ordenados por prioridade para completar uma determinada equipe offshore levando em consideração algumas métricas individuais, como a função ocupada, tempo de experiência, distância do ponto de embarque, custo logístico e custo do funcionário.

Descrição do problema



Foram consideradas as equipes de ROV de 5 embarcações para este caso com composições variando de 7 a 10 pessoas offshore e seus respectivos "backs" em terra, totalizando 101 funcionários offshore.



Equipe completa do navio 1



A tabela idealizada abaixo mostra a equipe do Navio 1, composta de 10 funcionários offshore, com funcionários com diferentes funções, formações, experiências, localizações e custos. Em terra temos o pessoal de folga, de férias e afastados. Em todos os navios contamos com uma quantidade de reserva para poder cobrir absenteísmo e férias.

Pessoas por Navio																						
Nav.	Prior.	Local	Qte	Função	Cod Func	# Func.	Status	Cod Stat	Cod Off	Formação	Cod For	Tempo de experiência	Tempo na função	Tempo no contrato	Tempo com equipamento	Form_1	Cidade	Distância (Km)	Form_2	Custo Log (0,0 - 1,0)	Custo Dia (0,0 - 1,0)	Form_3
1		Embarcados	1	Supte	1	1	Ativo	1	1	Eletrônico	2	10,10	3,20	3,00	10,10	1,70	Rio de Janeiro	155	Já está embarcado	0,556	0,985	Já está embarcado
			2	Supv	2	2	Ativo	1	1	Eletrônico	2	8,30	2,30	2,60	6,10	1,00	Rio de Janeiro	155		0,556	0,598	
			3	Supv	2	3	Ativo	1	1	Hidráulico	3	6,30	2,00	3,00	6,30	1,17	Macaé	0		0,152	0,581	
			4	Operador	3	4	Ativo	1	1	Mecânico	1	2,50	1,50	1,90	2,20	0,56	Curitiba	843		1,000	0,277	
			5	Operador	3	5	Ativo	1	1	Mecânico	1	2,90	1,30	1,30	2,90	0,58	São Paulo	511		0,909	0,266	
			6	Operador	3	6	Ativo	1	1	Eletrônico	2	3,10	2,50	3,00	3,10	0,94	Rio de Janeiro	155		0,556	0,333	
			7	Operador	3	7	Ativo	1	1	Eletrônico	2	4,20	1,00	3,00	4,20	0,83	Macaé	0		0,152	0,249	
			8	Operador	3	8	Ativo	1	1	Hidráulico	3	1,70	0,30	1,70	1,70	0,37	Rio de Janeiro	155		0,556	0,210	
			9	Operador	3	9	Ativo	1	1	Mecânico	1	1,30	0,70	0,50	1,30	0,27	Rio de Janeiro	155		0,556	0,232	
			10	Trainee	4	10	Ativo	1	1	Mecânico	1	0,50	0,50	0,30	0,50	0,15	Macaé	0		0,152	0,138	

Reservas por Local (Navio ou Terra)																						
1	1	Folga	1	Supte	1	11	Ativo	1	0	Hidráulico	3	11,80	4,20	1,50	10,80	1,71	Belo Horizonte	354	2	0,889	1,000	1,972
1	1		2	Supv	2	12	Ativo	1	0	Eletrônico	2	8,90	3,70	3,00	8,90	1,66	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,675	1,321
1	1		3	Supv	2	13	Ativo	1	0	Mecânico	1	7,50	3,90	2,00	7,50	1,46	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,678	1,325
1	1		4	Supv	2	14	Ativo	1	0	Mecânico	1	7,00	3,70	3,00	7,00	1,48	Macaé	0	1	0,152	0,675	1,220
1	1		5	Operador	3	15	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,10	2,40	3,00	3,10	0,92	Salvador	1.103	2	0,859	0,328	0,788
1	1		6	Operador	3	16	Ativo	1	0	Eletrônico	2	4,10	3,20	1,00	4,10	0,94	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,394	0,829
1	1		7	Operador	3	17	Férias	0	0	Hidráulico	3	5,40	3,10	1,00	5,40	1,05	Macaé	0	1	0,152	0,393	0,726
1	1		8	Operador	3	18	Ativo	1	0	Eletrônico	2	2,80	1,20	1,70	2,80	0,60	Vitória	272	2	0,838	0,260	0,665
1	1		9	Operador	3	19	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,30	1,10	2,00	3,30	0,66	Vitória	272	2	0,838	0,255	0,655
1	1		10	Operador	3	20	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,90	1,50	3,00	3,90	0,87	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,277	0,624
1	1	Reserva	11	Operador	3	21	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,20	1,50	1,00	3,20	0,61	Salvador	1.103	2	0,859	0,277	0,699
1	1		12	Operador	3	22	INSS	0	0	Mecânico	1	2,80	1,20	0,50	2,80	0,48	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,260	0,594
1	1		13	Trainee	4	23	Ativo	1	0	Eletrônico	2	0,20	0,20	0,00	0,20	0,05	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,138	0,380

Equipes reservas dos navios (2-5)



Pessoal do escritório (laranja) e pessoal de folga dos outros 4 contratos (azul) que também serão levados em consideração para a escolha das melhores opções de substituição para o navio 1.

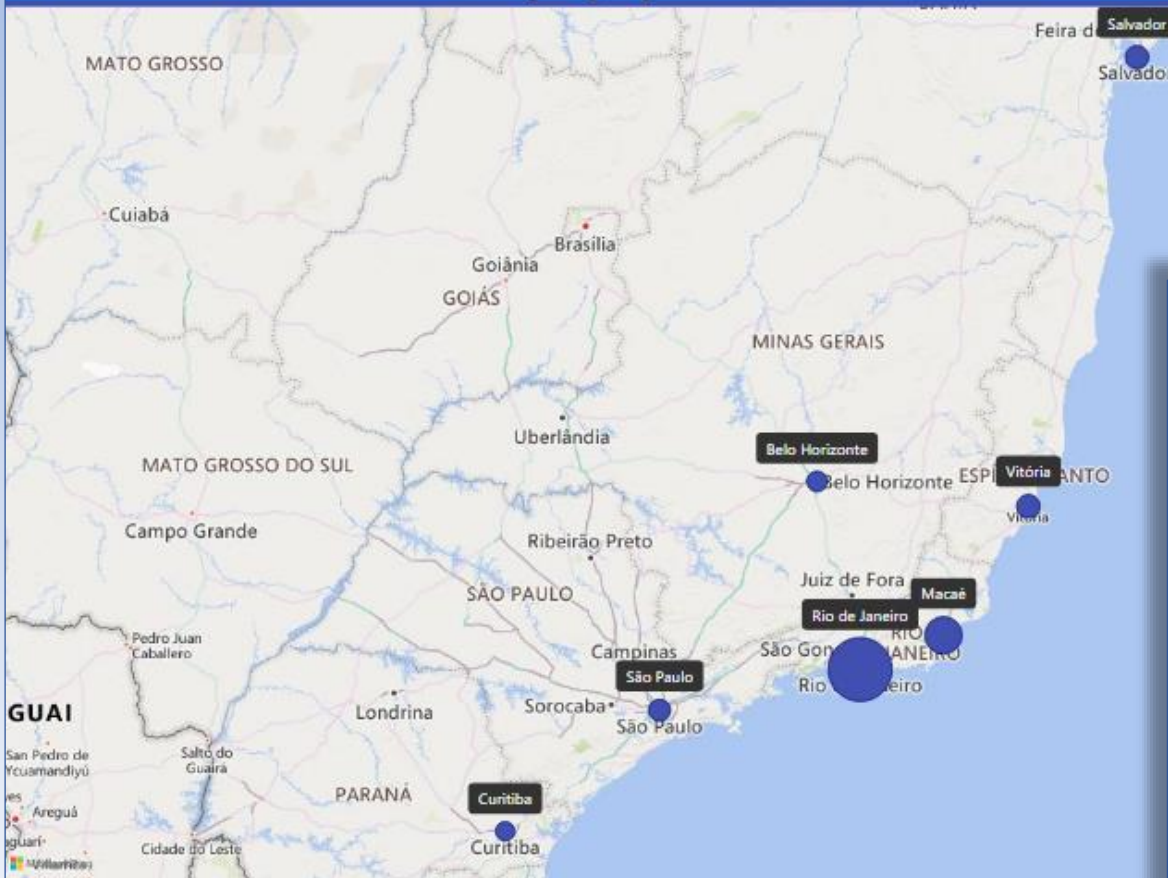
Reservas por Local (Navio ou Terra)																							
0	1	Escritório	1	Eng		24	Ativo	1	0	Mecânico	1	5,00	1,70	0,00	5,00	0,72	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,309	0,679	
0	1		2	Eng		25	Ativo	1	0	Eletrônico	2	3,00	2,00	1,80	3,00	0,74	Macaé	0	1	0,152	0,340	0,632	
0	1		3	Coord		26	Ativo	1	0	Mecânico	1	7,00	2,00	2,00	7,00	1,14	Macaé	0	1	0,152	0,224	0,430	
0	1		4	Coord		27	Ativo	1	0	Hidráulico	3	4,00	0,50	0,00	4,00	0,45	Macaé	0	1	0,152	0,235	0,449	
2	1		1	Supte	1	28	Ativo	1	0	Eletrônico	2	11,70	4,20	1,60	10,20	1,62	Rio de Janeiro	155	1	0,556	1,000	1,889	
2	1		2	Supv	2	29	Férias	0	0	Eletrônico	2	9,40	5,20	1,30	9,40	1,76	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,692	1,350	
2	1		3	Supv	2	30	Ativo	1	0	Mecânico	1	9,60	6,30	2,00	9,60	2,00	Macaé	0	1	0,152	0,705	1,271	
2	1		4	Operador	3	31	Ativo	1	0	Hidráulico	3	3,30	2,40	2,00	3,10	0,79	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,328	0,712	
2	1		5	Operador	3	32	Ativo	1	0	Mecânico	1	5,50	2,60	1,50	4,50	0,85	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,339	0,732	
2	1		6	Operador	3	33	Ativo	1	0	Mecânico	1	6,10	3,80	1,10	6,10	1,23	Macaé	0	1	0,152	0,401	0,740	
2	1		7	Operador	3	34	INSS	0	0	Mecânico	1	3,80	1,60	2,00	3,80	0,78	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,283	0,634	
2	1		8	Operador	3	35	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,20	1,90	2,00	3,20	0,77	São Paulo	511	2	0,909	0,299	0,751	
2	1		9	Operador	3	36	Ativo	1	0	Mecânico	1	4,50	2,60	0,50	4,50	0,85	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,339	0,732	
2	1		10	Operador	3	37	Ativo	1	0	Mecânico	1	2,60	1,20	0,10	2,10	0,35	Macaé	0	1	0,152	0,260	0,493	
2	1		11	Trainee	4	38	Ativo	1	0	Eletrônico	2	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,138	0,380	
3	1		1	Supte	1	39	Ativo	1	0	Mecânico	1	8,30	2,10	3,10	8,30	1,38	Macaé	0	1	0,152	0,929	1,663	
3	1		2	Supv	2	40	Ativo	1	0	Mecânico	1	8,10	3,50	4,00	8,10	1,65	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,673	1,317	
3	1		3	Supv	2	41	Ativo	1	0	Eletrônico	2	6,50	2,70	4,00	6,50	1,38	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,620	1,224	
3	1		4	Supv	2	42	Ativo	1	0	Mecânico	1	6,00	1,80	2,70	6,00	1,08	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,570	1,136	
3	1		5	Operador	3	43	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,70	2,50	4,00	3,70	1,09	Macaé	0	1	0,152	0,333	0,621	
3	1		6	Operador	3	44	Ativo	1	0	Eletrônico	2	3,90	2,90	1,30	3,90	0,91	São Paulo	511	2	0,909	0,356	0,849	
3	1		7	Operador	3	45	Ativo	1	0	Eletrônico	2	3,70	2,70	1,90	3,70	0,92	Curitiba	843	2	1,000	0,344	0,853	
3	1		8	Operador	3	46	Ativo	1	0	Mecânico	1	2,80	2,20	4,00	2,80	0,96	Macaé	0	1	0,152	0,316	0,591	
3	1		9	Operador	3	47	Ativo	1	0	Hidráulico	3	4,00	1,90	2,70	4,00	0,91	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,299	0,663	
3	1		10	Operador	3	48	Ativo	1	0	Eletrônico	2	3,00	1,90	4,00	3,00	0,94	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,299	0,663	
3	1		11	Operador	3	49	INSS	0	0	Mecânico	1	2,90	2,10	1,90	2,90	0,76	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,311	0,683	
4	1		1	Supte	1	50	Ativo	1	0	Mecânico	1	7,20	1,50	1,00	7,20	0,99	Belo Horizonte	354	2	0,889	0,884	1,769	
4	1		2	Supv	2	51	Ativo	1	0	Mecânico	1	5,30	2,50	1,00	5,30	0,96	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,609	1,204	
4	1		3	Supv	2	52	Ativo	1	0	Mecânico	1	4,90	2,10	1,00	4,90	0,86	Macaé	0	1	0,152	0,586	1,064	
4	1		4	Operador	3	53	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,10	2,50	0,60	3,10	0,71	Salvador	1.103	2	0,859	0,333	0,798	
4	1		5	Operador	3	54	Ativo	1	0	Eletrônico	2	3,30	2,50	1,00	3,30	0,77	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,333	0,722	
4	1		6	Operador	3	55	Férias	0	0	Hidráulico	3	2,80	1,80	0,80	2,80	0,60	Macaé	0	1	0,152	0,294	0,552	
4	1		7	Operador	3	56	Férias	0	0	Mecânico	1	2,90	1,30	1,00	2,90	0,56	Salvador	1.103	2	0,859	0,266	0,680	
4	1		8	Operador	3	57	Ativo	1	0	Mecânico	1	2,70	1,60	0,50	2,70	0,53	Macaé	0	1	0,152	0,283	0,533	
4	1		9	Trainee	4	58	Ativo	1	0	Mecânico	1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,17	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,138	0,380	
5	1			1	Supv	2	59	Ativo	1	0	Eletrônico	2	13,10	4,50	3,50	11,50	1,95	São Paulo	511	2	0,909	0,684	1,425
5	1			2	Supv	2	60	Férias	0	0	Eletrônico	2	8,40	3,20	2,80	8,40	1,52	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,670	1,311
5	1	3		Supv	2	61	Ativo	1	0	Hidráulico	3	6,90	2,90	3,00	5,00	0,98	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,631	1,243	
5	1	4		Operador	3	62	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,60	2,80	2,50	3,60	0,98	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,350	0,751	
5	1	5		Operador	3	63	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,60	2,60	1,10	3,60	0,82	Vitória	272	2	0,838	0,339	0,802	
5	1	6		Operador	3	64	Ativo	1	0	Mecânico	1	4,20	2,10	1,10	4,20	0,80	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,311	0,683	
5	1	7		Operador	3	65	Ativo	1	0	Hidráulico	3	2,90	2,70	1,70	2,90	0,82	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,344	0,741	
5	1	8		Operador	3	66	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,70	2,70	1,50	3,70	0,88	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,344	0,741	
5	1	9		Operador	3	67	Ativo	1	0	Mecânico	1	2,90	1,40	1,50	2,90	0,62	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,271	0,614	
5	1	10		Operador	3	68	Ativo	1	0	Mecânico	1	3,30	1,80	1,20	3,30	0,68	Vitória	272	2	0,838	0,294	0,724	
5	1	11		Supv	2	69	INSS	0	0	Eletrônico	2	7,20	2,10	2,40	7,20	1,21	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,586	1,165	
5	1	12	Operador	3	70	INSS	0	0	Mecânico	1	3,40	1,20	1,80	3,40	0,67	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,260	0,594		
5	1	13	Trainee	4	71	Ativo	1	0	Eletrônico	2	0,40	0,40	0,40	0,40	0,13	Rio de Janeiro	155	1	0,556	0,138	0,380		

Distribuição e Status

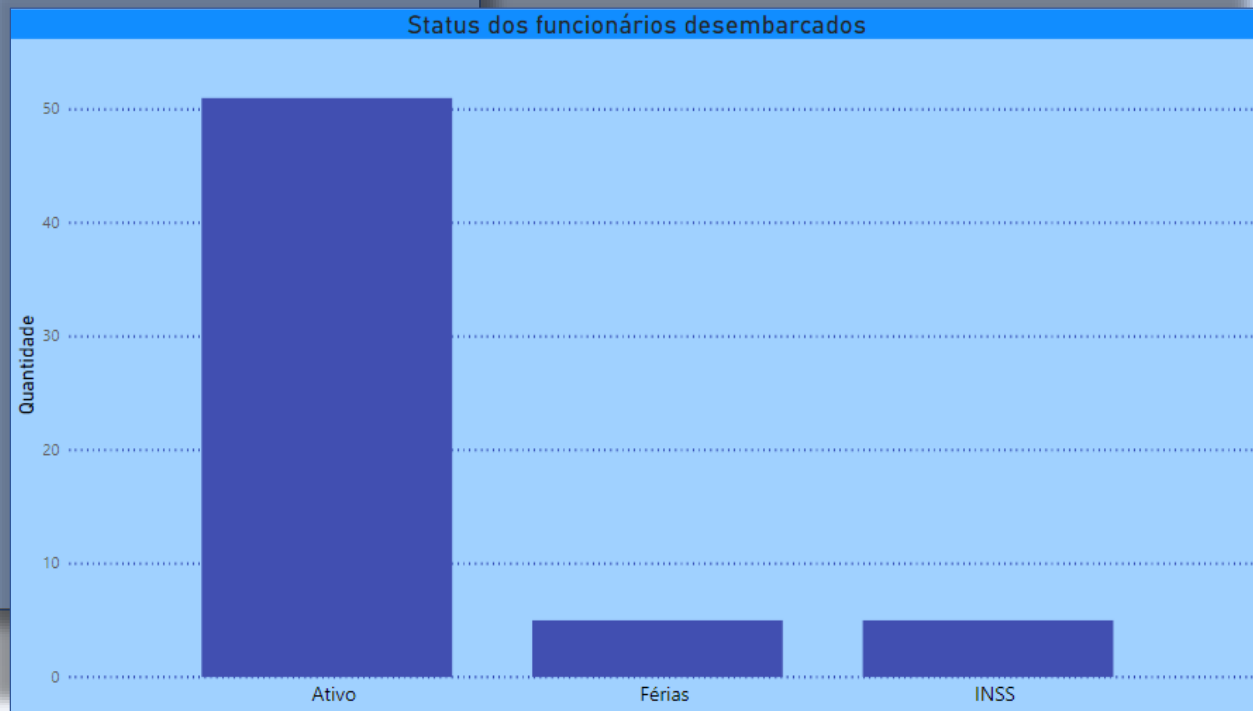


Características do grupo desembarcado

Distribuição geográfica dos funcionários desembarcados



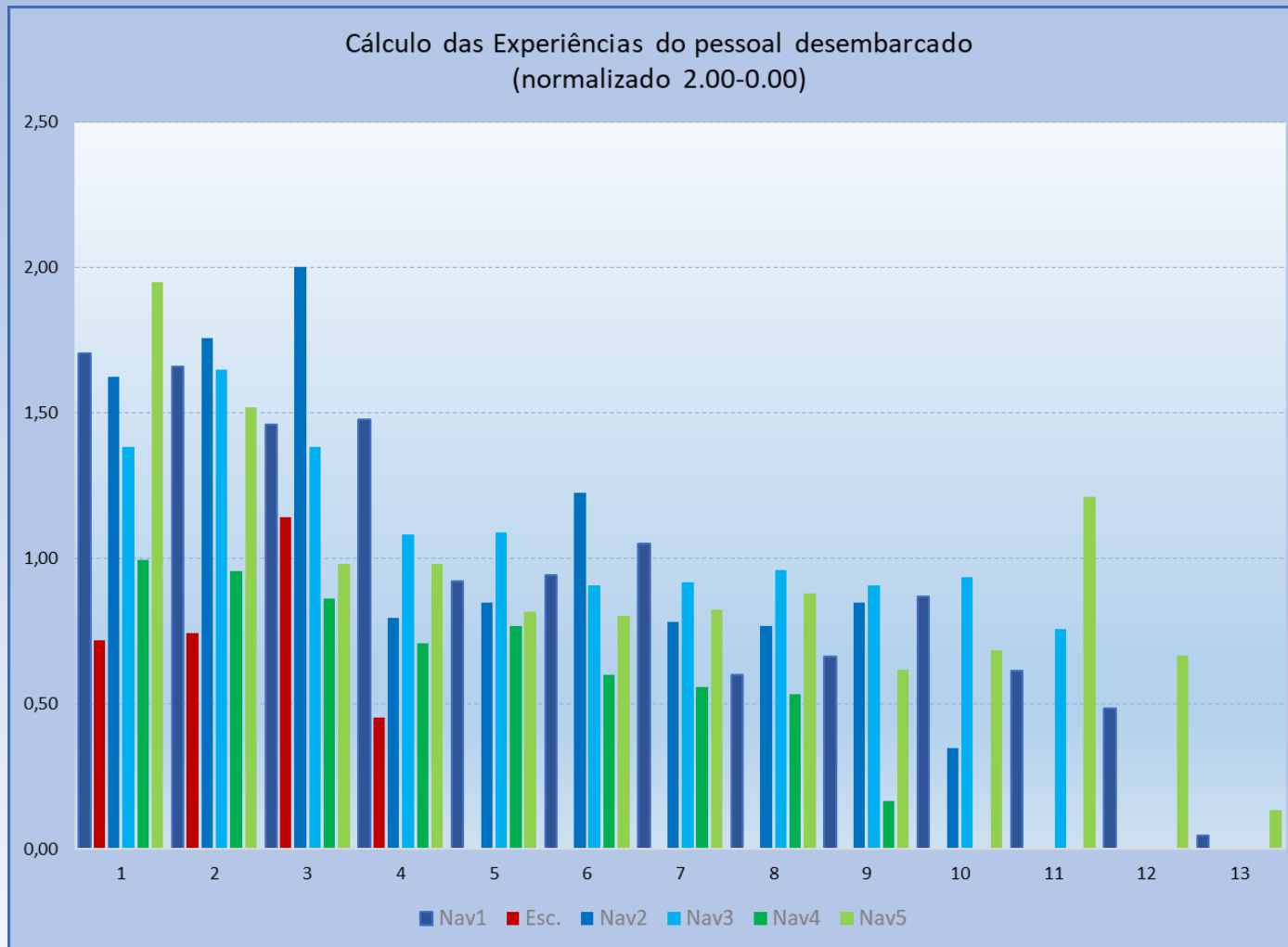
Status dos funcionários desembarcados



Experiência de trabalho



Características do grupo desembarcado, experiência variando do Supte ao Trainee da equipe.



Objetivo



Considerando que a equipe original do navio 1 está equilibrada, o objetivo seria o de identificar os melhores candidatos dentre as funcionários disponíveis em terra de todos os navios (navios 1-5) para preencher a vaga aberta no navio 1, levando em conta a sua função na equipe, a sua experiência de trabalho, a sua localização geográfica (tempo) e o seu custo (logístico e diário).

Valor da função = função original – função proposta

Valor da experiência = experiência original – experiência proposta

experiência 1 = $[exp\ empresa + (1,5 \times exp\ função) + exp\ contrato] \times (exp\ equip/exp\ empresa)$

experiência 2 = $[exp\ empresa + exp\ função + exp\ contrato] \times (exp\ equip/exp\ empresa)$

Valor do tempo = dias de deslocamento até o ponto de embarque.

Valor do custo = custo da logística (terrestre + aérea) + custos dos dias de embarque.

Função Objetivo = *Min* (função + experiência + tempo + custo)

** Não deve considerar na seleção pessoal afastado ou de férias.

Objetivo



O mínimo da função objetivo se alcança localizando os funcionários desembarcados que tenham :

- menor diferença de função;
- menor diferença de experiência;

para o funcionário original do navio 1 que está desembarcando.

Ao mesmo tempo entre estes localizando aqueles que :

- se encontrem a menor distância do local de embarque;
- tenham o menor custo de deslocamento e custo total de embarque;

Para isto foram considerados todos os funcionários desembarcados com exceção daqueles que se encontram afastados ou de férias, duas condições que inviabilizam o seu embarque, neste dois casos os funcionários tem a sua função onerada pela adição de um valor que os coloca em último lugar na classificação para embarque.

Simulação



Foi determinado que o funcionário a ser substituído no Navio 1 é o supervisor descrito abaixo :

Nav.	Prior.	Local	Qte	Função	Cod Func	# Func.	Status	Cod Stat	Cod Off	Formação	Cod For	Tempo de experiência	Tempo na função	Tempo no contrato	Tempo com equipamento	Form_1	Cidade	Distância (Km)	Form_2	Custo Log (0,0 - 1,0)	Custo Dia (0,0 - 1,0)	Form_3
1		1	3	Supv	2	3	Ativo	1	1	Hidráulico	3	6,30	2,00	3,00	6,30	1,17	Macaé	0		0,152	0,581	

Para dar início ao processo de otimização arbitramos uma classificação aleatória de candidatos como indicado pelas figuras:

Funcionário desembarcando do Navio 1

No	Matrícula	Função	Exp	Cidade	Custo dia
1	3	Supv	1,17	Macaé	0,581

Os 5 primeiros candidatos para embarque (escolha aleatória inicial)

No	Matrícula	Status	Função	Navio	Exp	Cidade	Tempo	Custo Log	Custo dia	Função obj.	Dist %
1	11	Ativo	Supte	1	1,71	Belo Horizonte	2	0,889	1,000	5,51	
2	12	Ativo	Supv	1	1,66	Rio de Janeiro	1	0,556	0,675	2,81	-48,98%
3	13	Ativo	Supv	1	1,46	Rio de Janeiro	1	0,556	0,678	2,61	-6,96%
4	14	Ativo	Supv	1	1,48	Macaé	1	0,152	0,675	2,53	-3,29%
5	15	Ativo	Operador	1	0,92	Salvador	2	0,859	0,328	4,03	59,55%

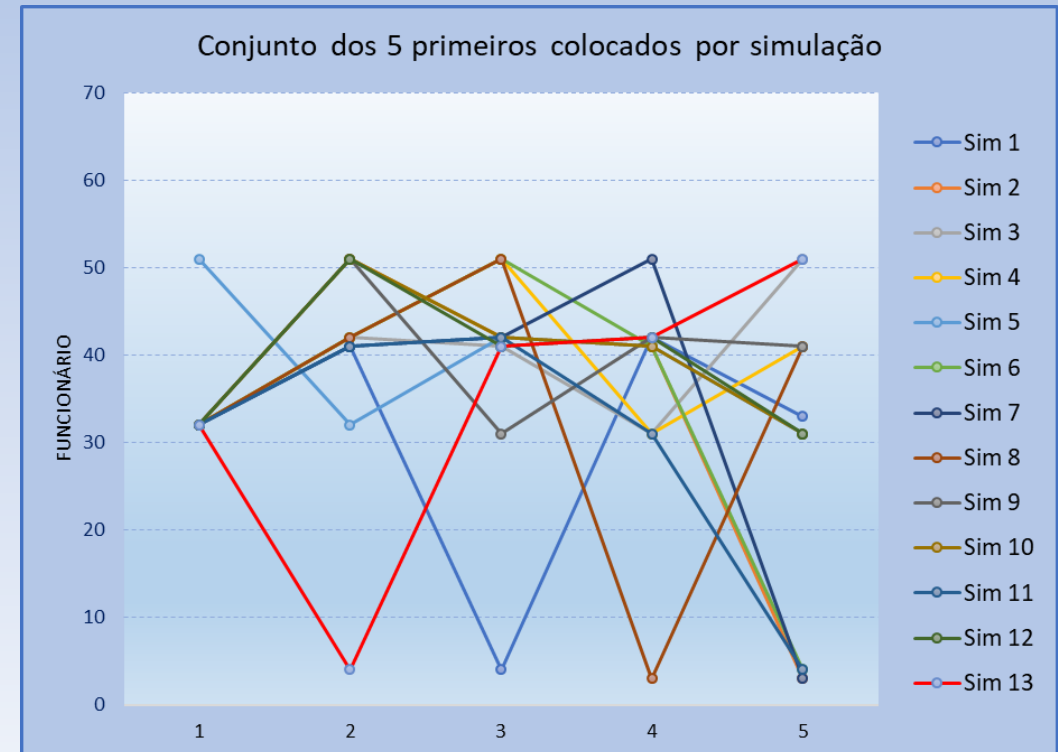
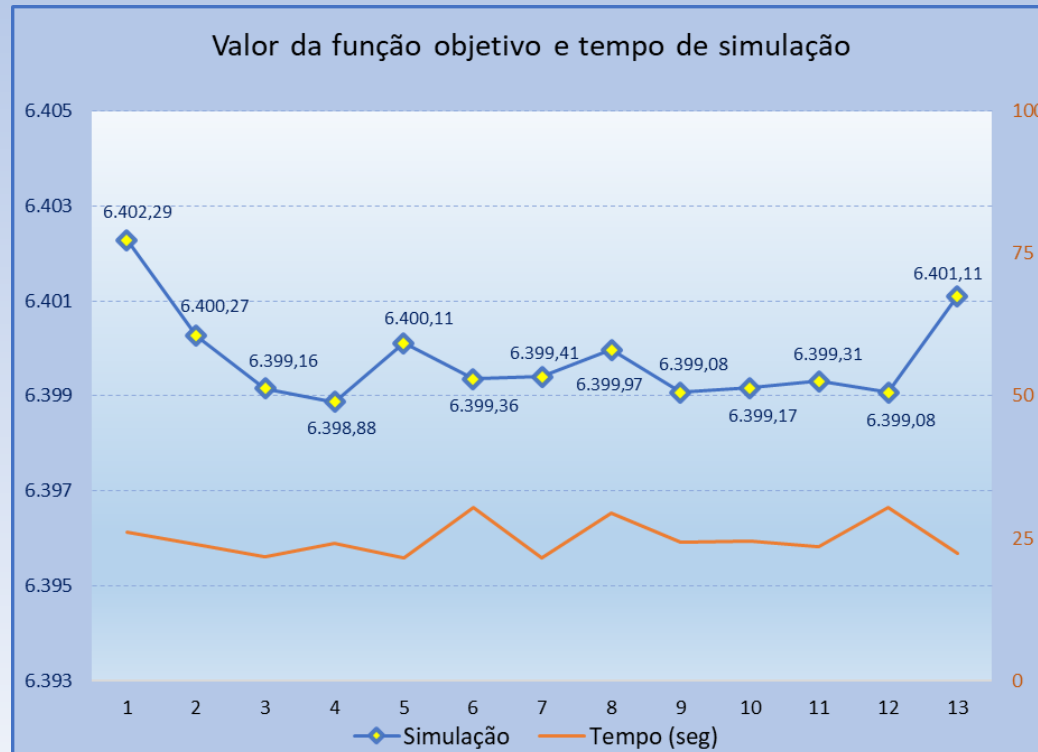
Ordem	Func.	Fator	Função
1	61	5,51	
2	60	2,81	
3	59	2,61	
4	58	2,53	
5	57	4,03	
6	56	3,06	
7	55	10,00	
8	54	4,24	
9	53	4,16	
10	52	2,92	
11	51	4,26	
12	50	10,00	
13	49	4,50	
14	48	4,13	
15	47	4,06	

Parte da Tabela de
classificação

Resultados



As Simulações indicaram que em aprox. 25 seg foi possível reduzir a função objetivo em 23% (de 8.367 para em média 6.399) e como consequência ordenar o pessoal desembarcado de 5 embarcações permitindo obter os melhores candidatos que atendem aos critérios estabelecidos para a função objetivo.



Resultados



Mostrando os 5 melhores candidatos dentre os 61 disponíveis ao longo de 13 simulações utilizando código de cores para facilitar a visualização.

Na maioria das simulações é possível observar que os 5 candidatos são os mesmos mas em ordens diferentes, consequência de otimizações levemente diferentes e compatível com a natureza randômica do processo de otimização.

Equipes determinadas por simulação														
Sim.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Funcionário	1melhor	32	32	32	32	51	32	32	32	32	32	32	32	32
		41	51	42	42	32	42	41	42	51	51	41	51	4
		4	42	41	51	42	51	42	51	31	42	42	41	41
		42	41	31	31	41	41	51	3	42	41	31	42	42
	5 melhor	33	3	51	41	31	4	3	41	41	31	4	31	51

Resultado final da simulação



Lista inicial (arbitrada) e final após o processo classificatório.

Funcionário desembarcando do Navio 1

No	Matrícula	Função	Exp	Cidade	Custo dia
1	3	Supv	1,17	Macaé	0,581

Os 5 primeiros candidatos para embarque (escolha aleatória inicial)

No	Matrícula	Status	Função	Navio	Exp	Cidade	Tempo	Custo Log	Custo dia	Função obj.	Dist %
1	11	Ativo	Supte	1	1,71	Belo Horizonte	2	0,889	1,000	5,51	
2	12	Ativo	Supv	1	1,66	Rio de Janeiro	1	0,556	0,675	2,81	-48,98%
3	13	Ativo	Supv	1	1,46	Rio de Janeiro	1	0,556	0,678	2,61	-6,96%
4	14	Ativo	Supv	1	1,48	Macaé	1	0,152	0,675	2,53	-3,29%
5	15	Ativo	Operador	1	0,92	Salvador	2	0,859	0,328	4,03	59,55%

Funcionário desembarcando do Navio 1

No	Matrícula	Função	Exp	Cidade	Custo dia
1	3	Supv	1,17	Macaé	0,581

Os 5 melhores candidatos para embarque

No	Matrícula	Status	Função	Navio	Exp	Cidade	Tempo	Custo Log	Custo dia	Função obj.	Dist %
1	42	Ativo	Supv	3	1,08	Rio de Janeiro	1	0,556	0,570	2,22	
2	52	Ativo	Supv	4	0,86	Macaé	1	0,152	0,586	2,37	6,83%
3	61	Ativo	Supv	5	0,98	Rio de Janeiro	1	0,556	0,631	2,43	2,45%
4	41	Ativo	Supv	3	1,38	Rio de Janeiro	1	0,556	0,620	2,44	0,27%
5	14	Ativo	Supv	1	1,48	Macaé	1	0,152	0,675	2,53	3,74%

Ordem	Func.	Fator	Função
32	61		2,22
42	60		2,37
51	59		2,43
31	58		2,44
4	57		2,53
2	56		2,81
41	55		2,42
3	54		2,61
33	53		2,70
23	52		2,80
30	51		2,80
36	50		2,80
38	49		2,90
10	48		2,92
37	47		2,92

Parte da Tabela final de classificação

Conclusões



A utilização de algoritmos genéticos como ferramenta de apoio na determinação dos melhores indivíduos para completar uma equipe offshore se mostrou viável e com as seguintes vantagens:

- possibilidade de aumentar a complexidade da função objetivo;
- possibilidade de inclusão de mais métricas (individuais ou coletivas);
- possibilidade de aumento da lista de possíveis candidatos;
- tempo de simulação curto;
- sistema de classificação impessoal.

Dentro dos resultados foi verificada uma pequena variabilidade nos candidatos propostos, completamente em linha com a natureza randômica deste processo de otimização.



Obrigado