



# 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.

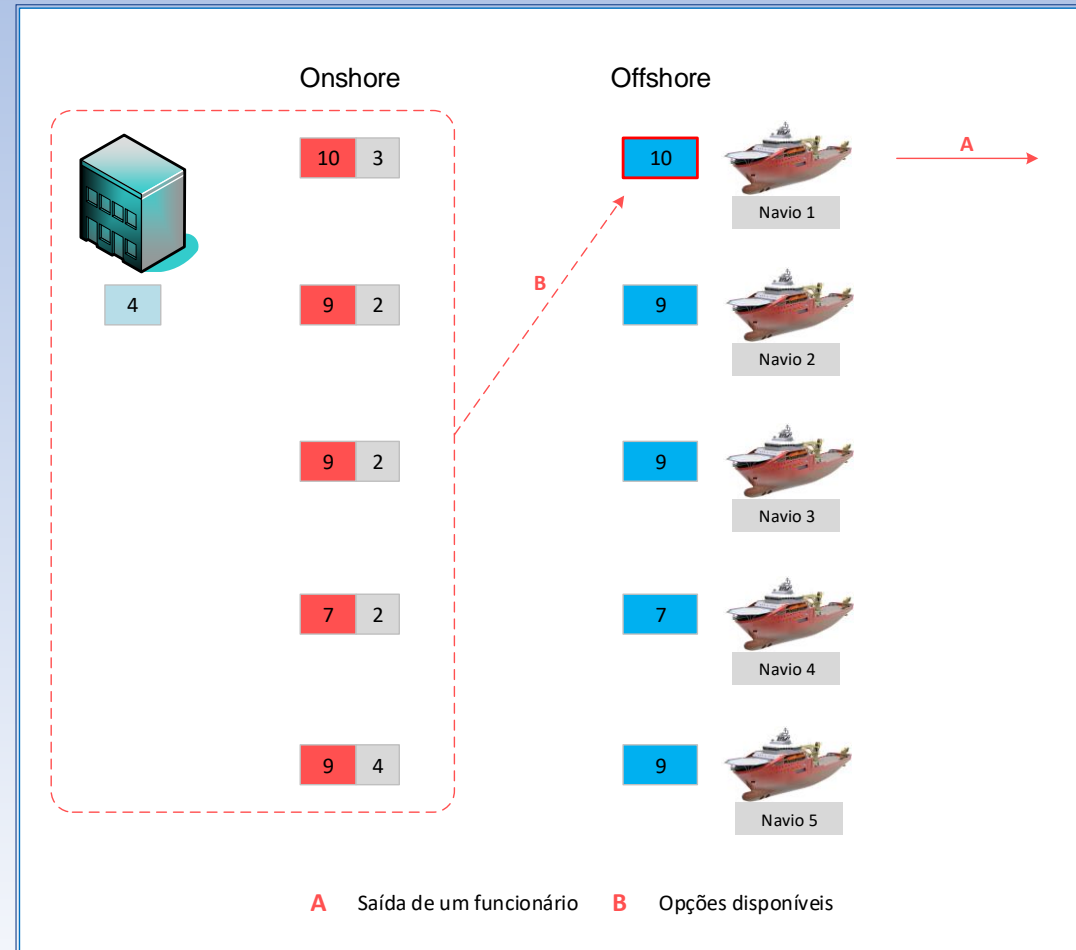
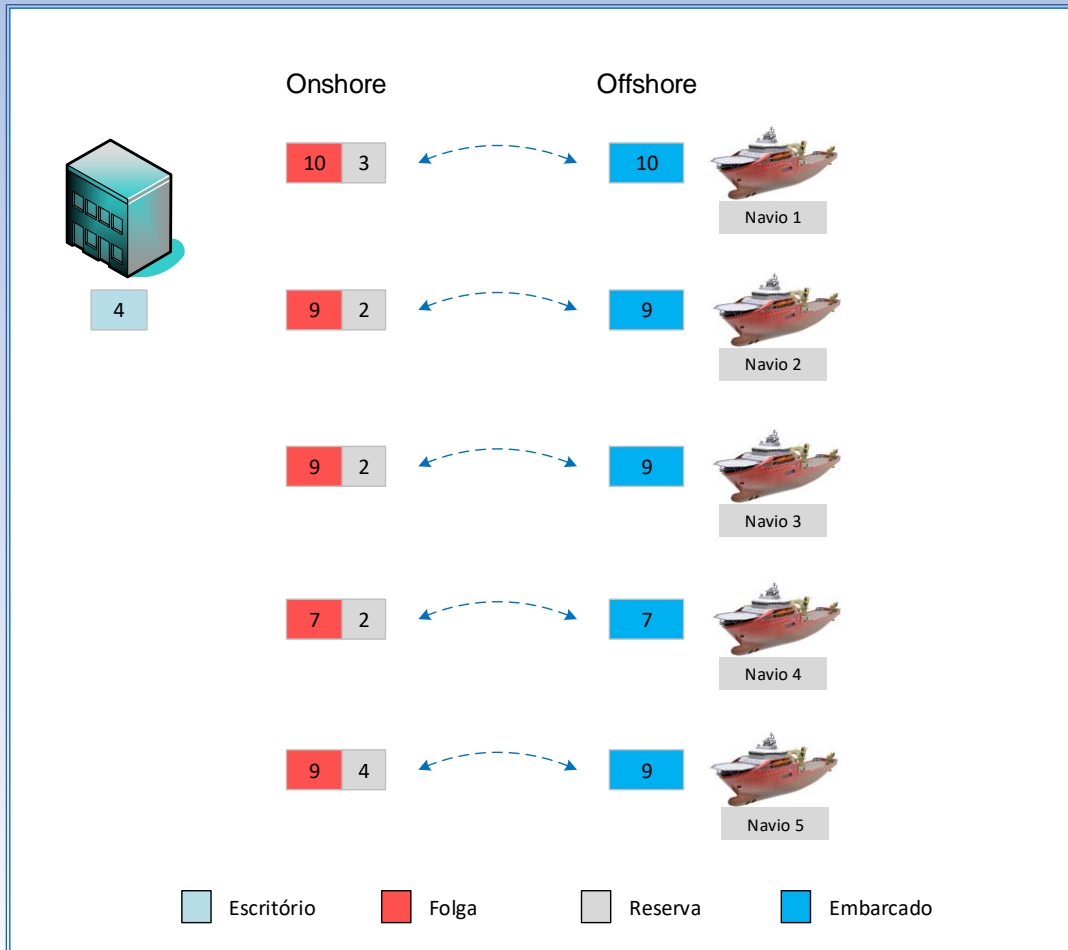
Devido a diversos fatores tanto no contrato como em terra, tais como : problemas de saúde do colaborador, acidentes de trabalho a bordo ou problemas com familiares em terra, etc, etc... podemos acabar tendo como consequência uma equipe incompleta, com uma configuração diferente do planejado, nestes casos 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	3	Supv	2	3	Ativo	1	1	Hidráulico	3	6,30	2,00	3,00	6,30	1,17	Macaé	0	Já está embarcado	0,152	0,581	Já está embarcado
			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		

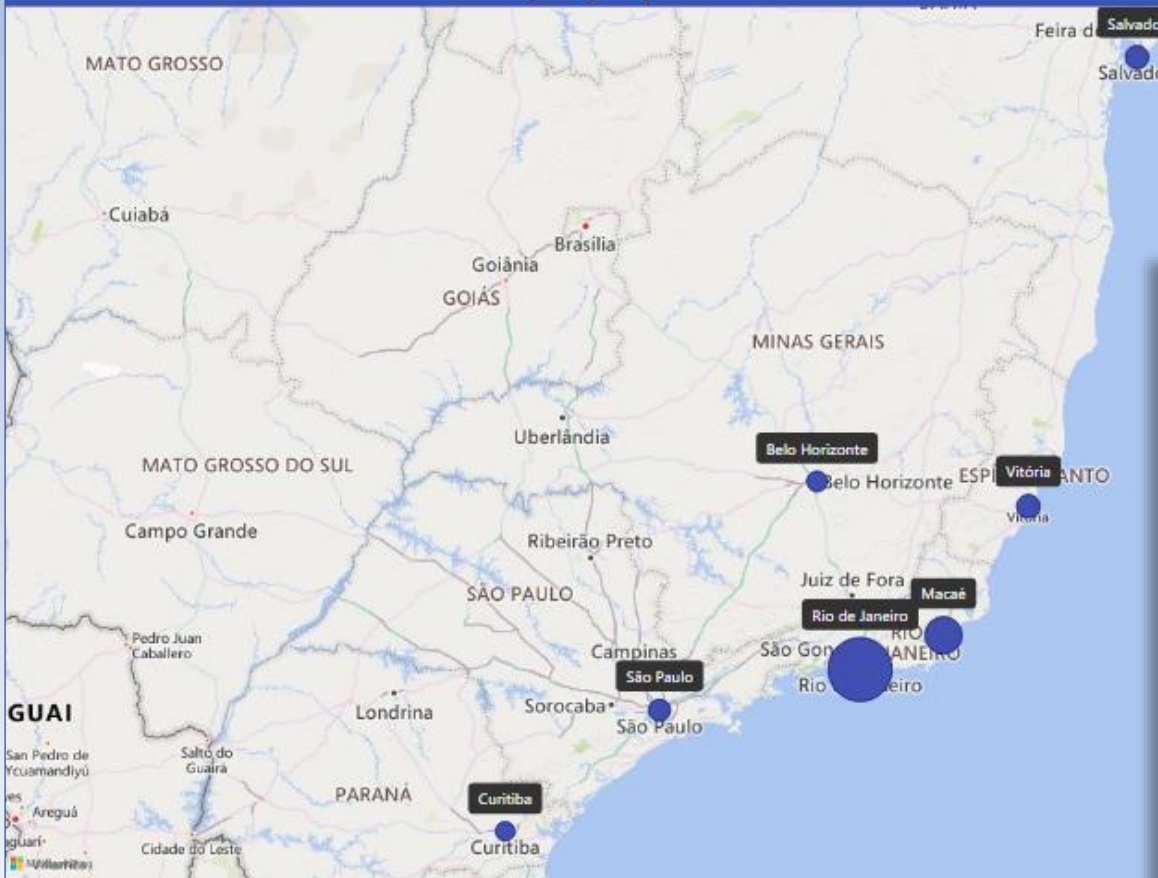


# Distribuição e Status

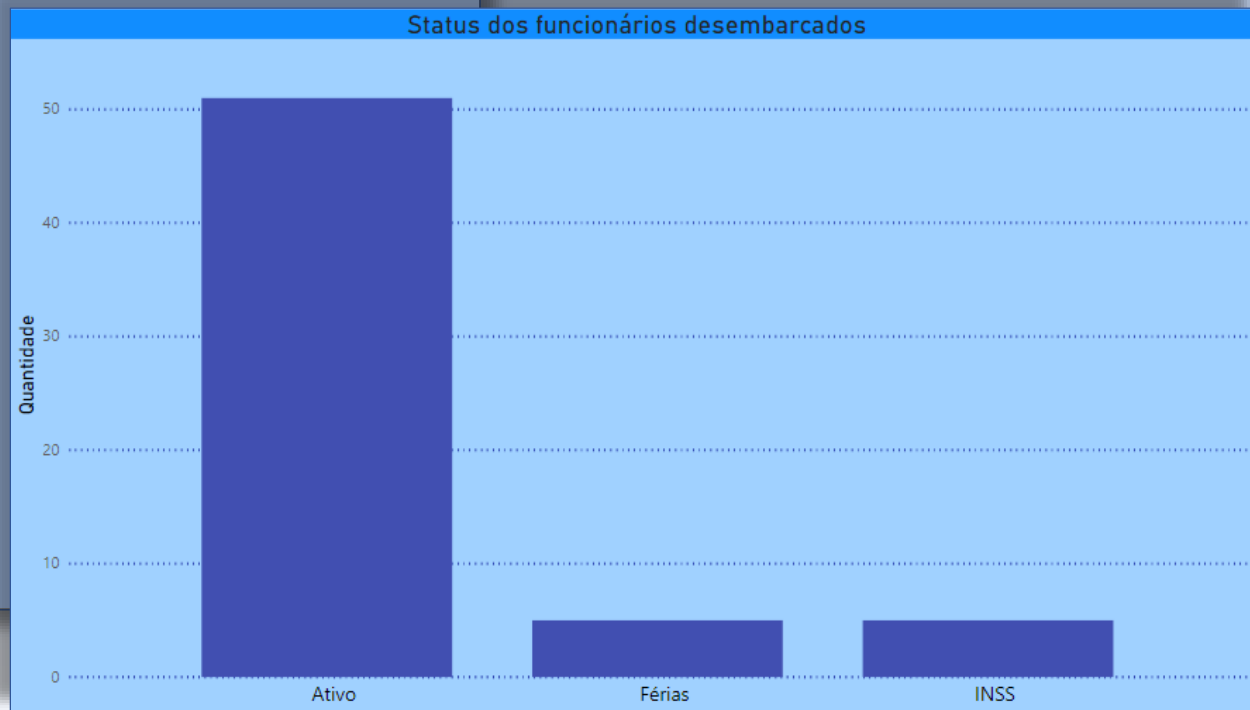


Características do grupo desembarcado

Distribuição geográfica dos funcionários desembarcados



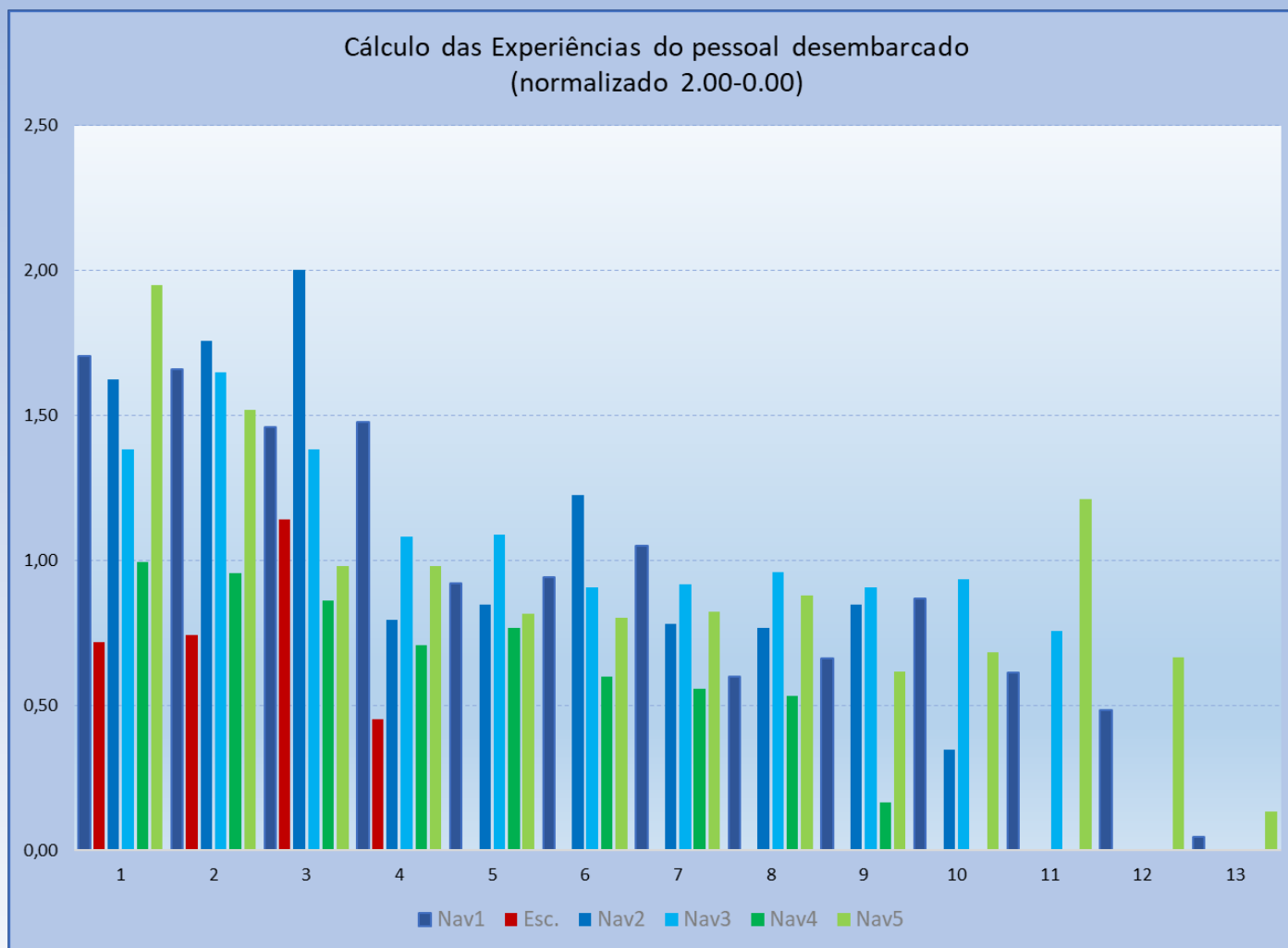
Status dos funcionários desembarcados



# 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%

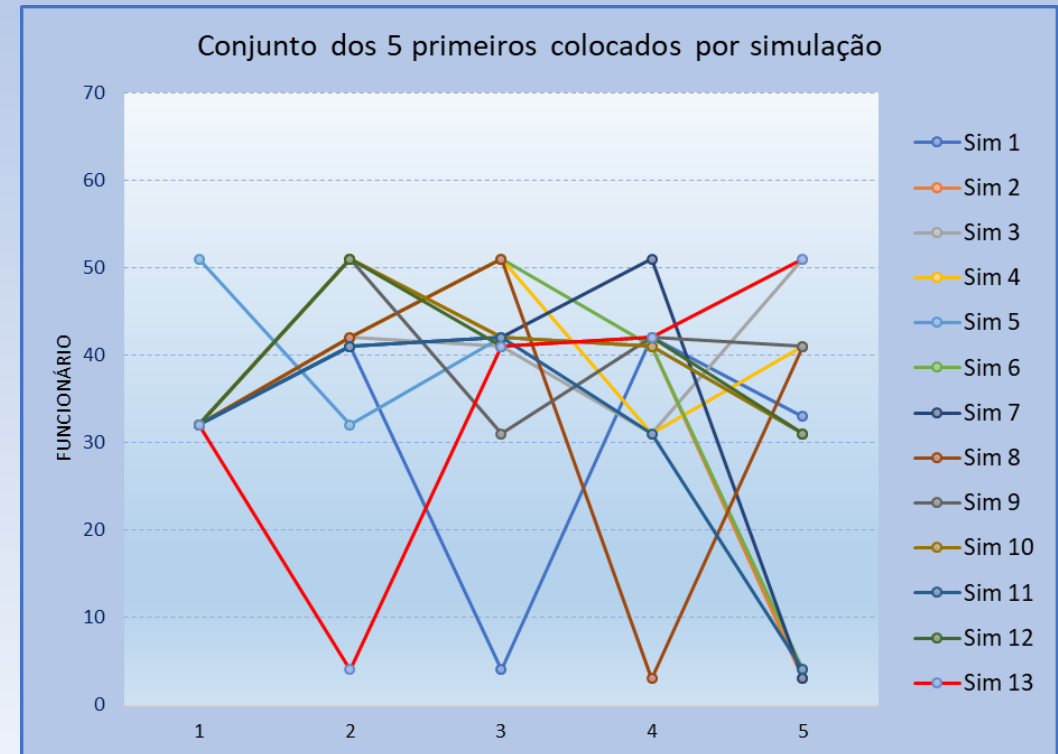
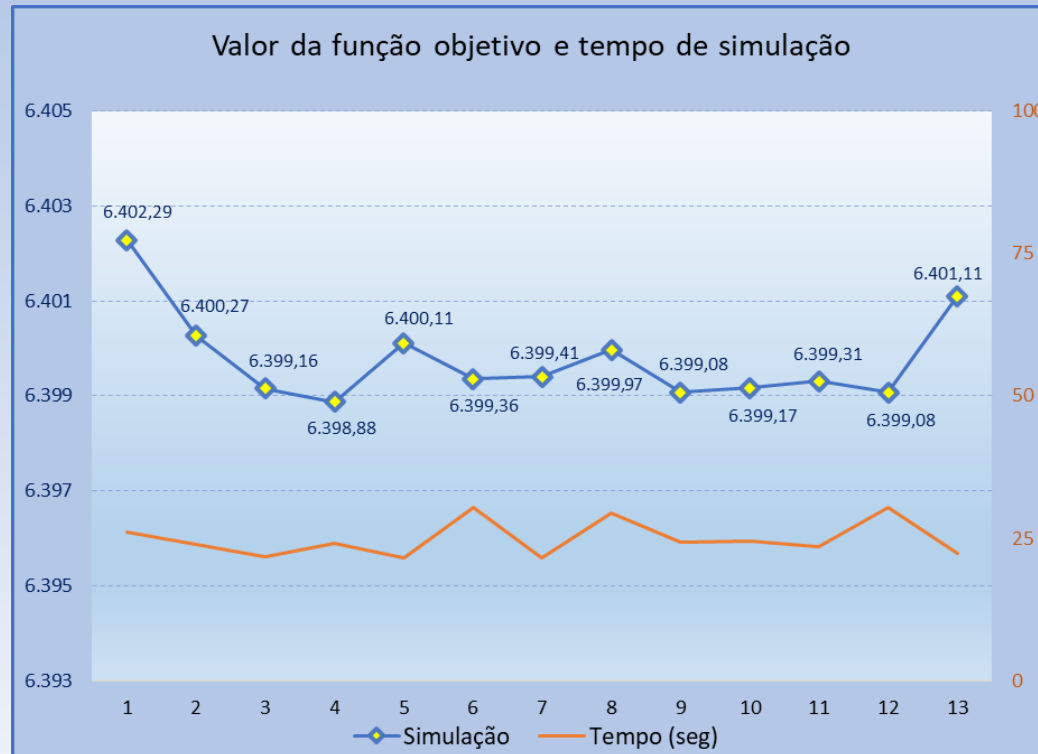
Ordem	Func.	Fator	Função
1	61	5,51	
2	60	2,81	
3	59	2,61	
4	58	2,53	
5	57	4,03	
6	56	3,06	
7	55	10,00	
8	54	4,24	
9	53	4,16	
10	52	2,92	
11	51	4,26	
12	50	10,00	
13	49	4,50	
14	48	4,13	
15	47	4,06	

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	Fator	Função
Func.		
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