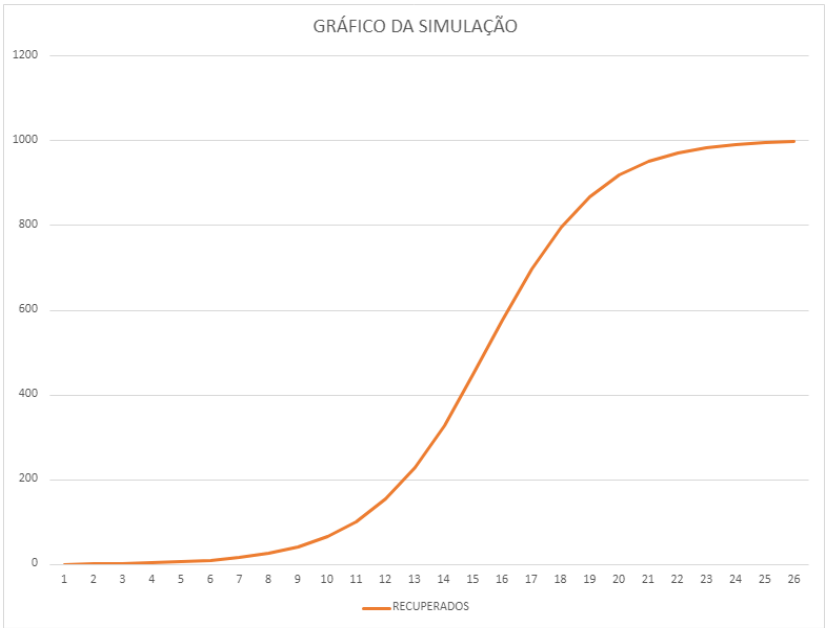
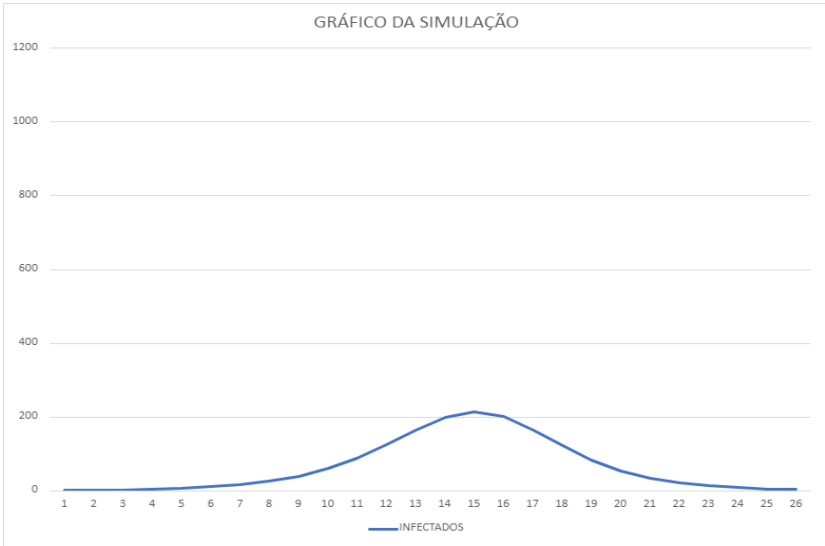
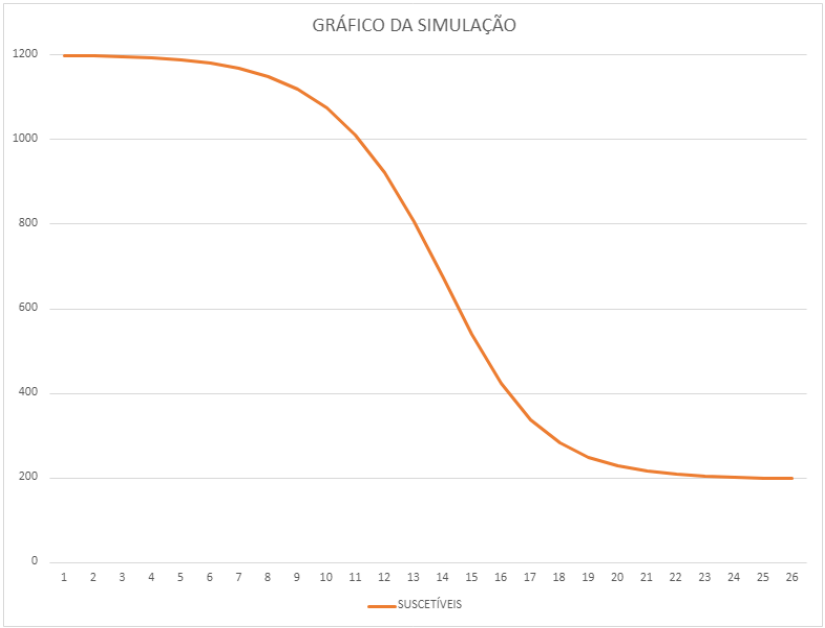


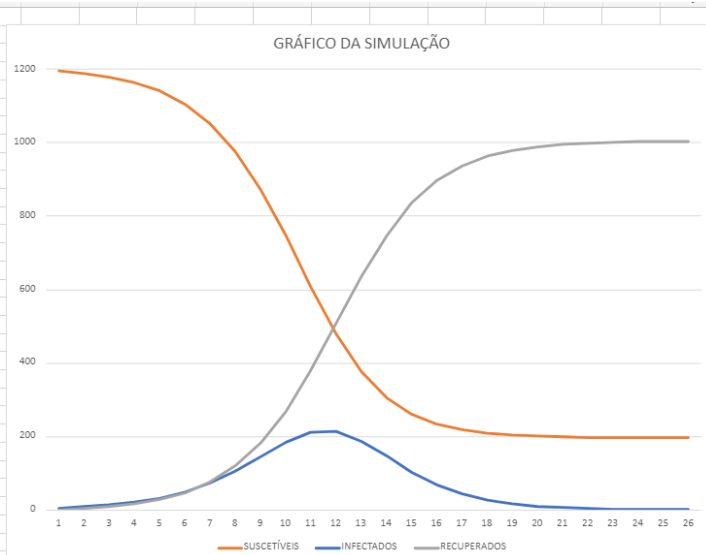
QUESTÃO 1:

a)

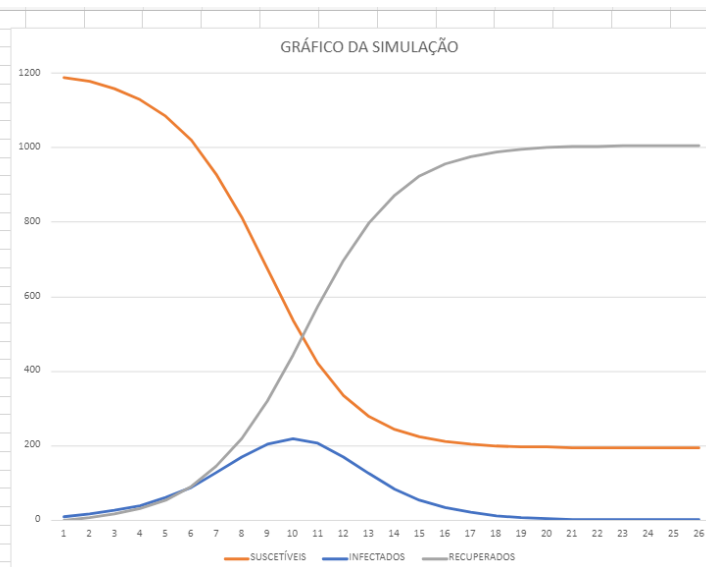


b)

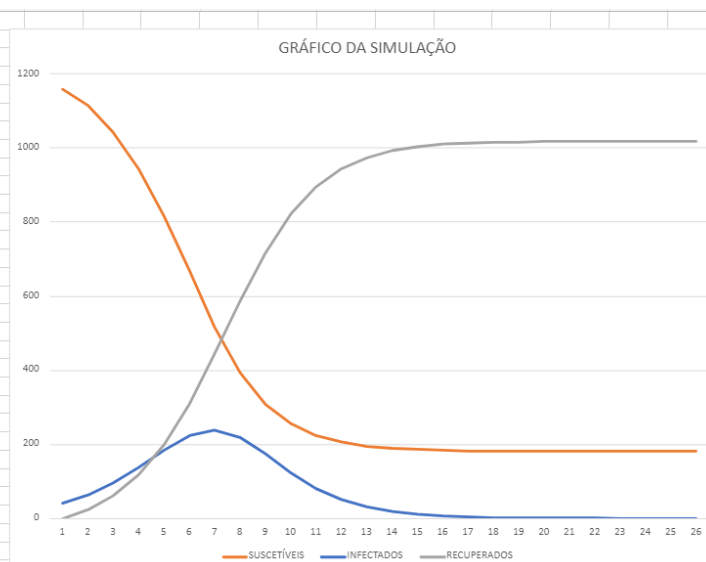
Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,001	0,6	1200	5
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1195	5	0
1	1189	8	3
2	1180	13	8
3	1165	20	15
4	1141	31	27
5	1106	48	46
6	1052	73	75
7	976	106	119
8	873	145	182
9	746	185	269
10	608	212	380
11	479	213	507
12	377	188	635
13	306	146	748
14	262	103	835
15	235	68	897
16	219	43	938
17	209	27	964
18	204	16	980
19	200	10	990
20	198	6	996
21	197	4	999
22	196	2	1001
23	196	1	1003
24	196	1	1003
25	196	0	1004



Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,001	0,6	1200	10
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1190	10	0
1	1178	16	6
2	1159	25	16
3	1130	39	31
4	1086	60	54
5	1021	89	90
6	930	126	143
7	813	168	219
8	676	204	320
9	538	219	443
10	420	206	574
11	334	169	698
12	277	124	799
13	243	84	873
14	223	54	924
15	211	34	956
16	203	20	976
17	199	12	988
18	197	7	996
19	195	4	1000
20	195	3	1003
21	194	2	1004
22	194	1	1005
23	194	1	1006
24	193	0	1006
25	193	0	1006



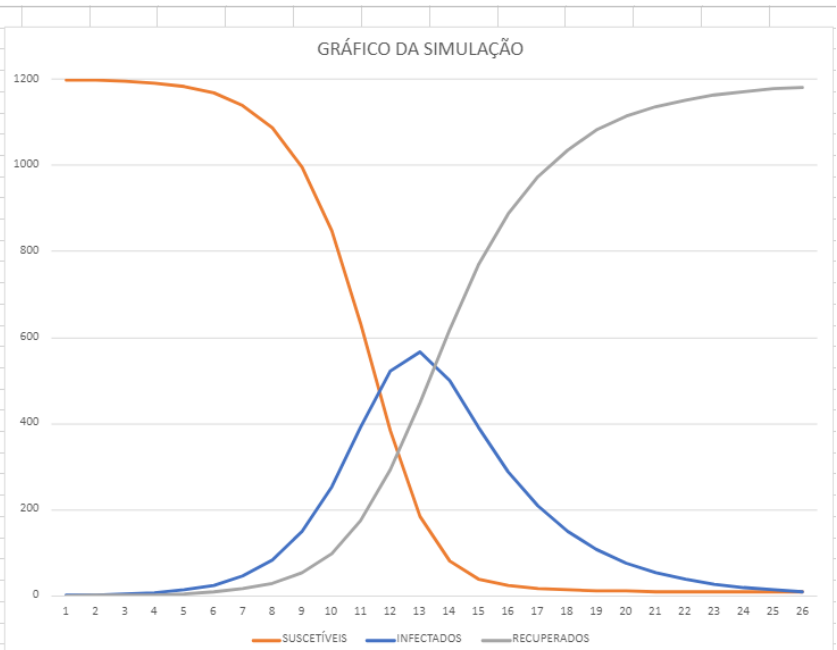
Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,001	0,6	1200	40
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1160	40	0
1	1114	62	24
2	1044	94	61
3	945	136	118
4	817	184	200
5	667	223	310
6	518	238	444
7	395	219	587
8	308	174	718
9	255	123	822
10	223	81	896
11	205	50	944
12	195	30	974
13	189	18	993
14	186	11	1004
15	184	6	1010
16	183	4	1014
17	182	2	1016
18	182	1	1017
19	181	1	1018
20	181	0	1018
21	181	0	1019
22	181	0	1019
23	181	0	1019
24	181	0	1019
25	181	0	1019



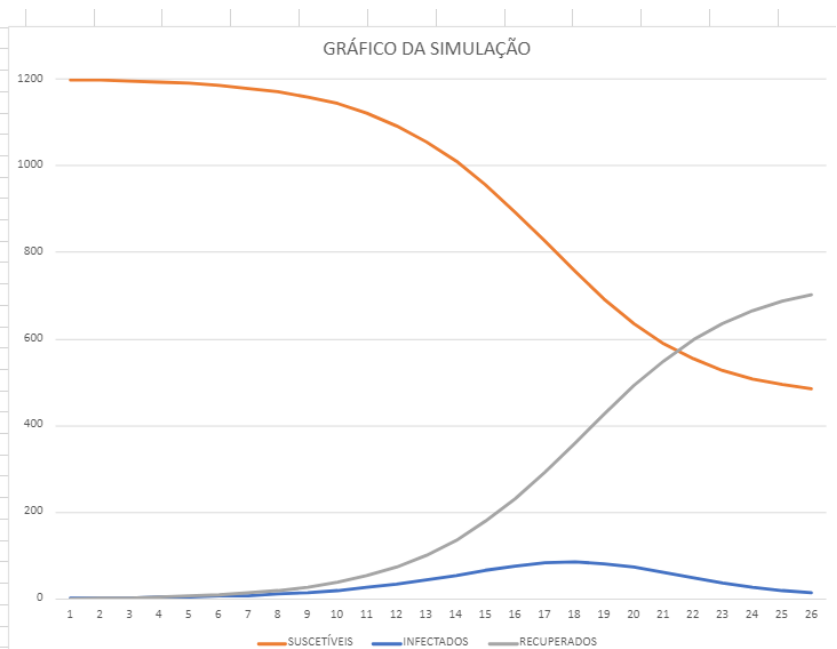
Testando diversos valores para os infectados iniciais (respectivamente 5, 10 e 40 nos gráficos acima), podemos observar que quanto maior o número de infectados iniciais influência quando o pico de pessoas infectadas ocorre, quanto maior esse valor mais cedo o pico ocorre.

c)

Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,001	0,3	1200	1
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1199	1	0
1	1198	2	0
2	1196	4	1
3	1191	7	2
4	1183	13	4
5	1168	24	8
6	1139	45	15
7	1088	84	29
8	997	149	54
9	848	254	99
10	633	392	175
11	385	523	292
12	183	567	449
13	79	501	620
14	40	391	770
15	24	289	887
16	17	209	974
17	14	150	1036
18	12	107	1081
19	10	76	1114
20	10	54	1136
21	9	38	1153
22	9	27	1164
23	8	19	1172
24	8	14	1178
25	8	10	1182



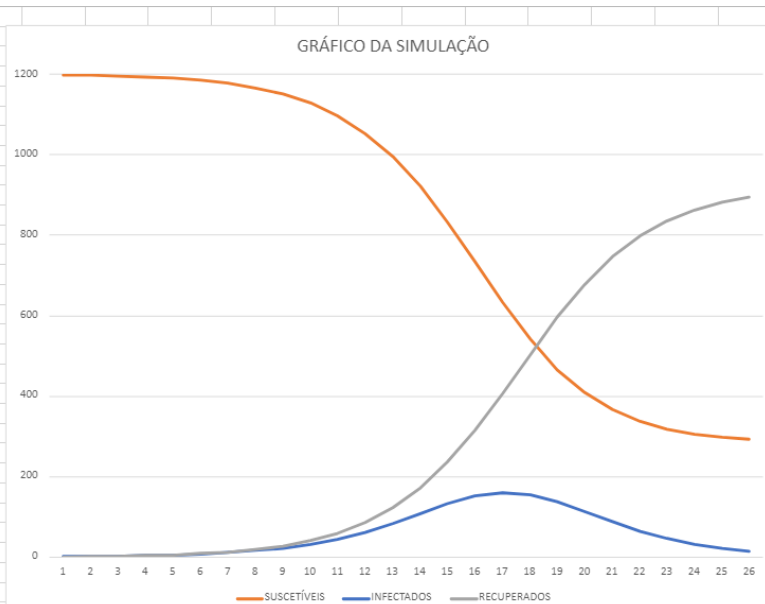
Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,001	0,8	1200	1
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1199	1	0
1	1198	1	1
2	1196	2	2
3	1194	3	3
4	1191	4	6
5	1186	5	9
6	1180	7	13
7	1171	10	19
8	1159	14	27
9	1143	19	38
10	1122	25	53
11	1093	33	73
12	1057	43	100
13	1011	54	135
14	956	66	178
15	893	76	231
16	825	83	292
17	756	85	358
18	692	82	427
19	635	73	492
20	589	61	550
21	553	48	599
22	527	36	637
23	508	26	666
24	494	19	687
25	485	13	702



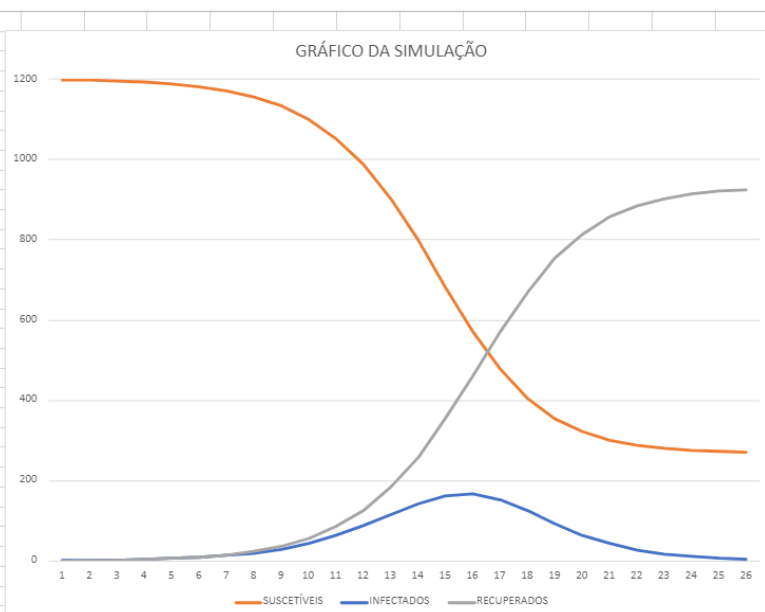
Podemos observar nos gráficos acima, que quanto maior o valor da taxa de recuperação menor o número de pessoas infectadas no pico da infecção. Podemos observar o efeito nos gráficos onde temos tal taxa com o valor 0,3 e 0,8 respectivamente.

d)

Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,0009	0,6	1200	1
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1199	1	0
1	1198	1	1
2	1196	2	1
3	1194	3	3
4	1191	5	5
5	1185	7	8
6	1178	10	12
7	1167	15	18
8	1151	22	27
9	1129	31	40
10	1097	44	59
11	1053	61	85
12	995	83	122
13	921	107	172
14	832	132	236
15	733	151	315
16	634	160	406
17	542	156	502
18	466	138	596
19	408	113	679
20	367	87	747
21	338	63	799
22	319	45	837
23	306	31	864
24	297	21	882
25	292	14	894



Taxa de Contágio	Taxa de Recuperação	População	Infectados iniciais
0,001	0,66	1200	1
DIAS	SUSCETÍVEIS	INFECTADOS	RECUPERADOS
0	1199	1	0
1	1198	2	1
2	1196	2	2
3	1193	4	3
4	1189	6	6
5	1182	9	9
6	1172	13	15
7	1157	20	23
8	1134	29	36
9	1101	43	56
10	1053	62	84
11	988	87	126
12	902	115	183
13	798	143	259
14	684	163	354
15	572	167	461
16	477	152	571
17	404	124	672
18	354	92	754
19	321	64	815
20	301	42	857
21	288	27	885
22	280	17	903
23	275	11	914
24	272	7	921
25	271	4	925



Apesar de ser pouco visível no gráfico, o mais eficiente seria reduzir a taxa de transmissão em 10% ($a = 0,0009$). Quando reduzimos o coeficiente de transmissão temos um pico de infectados de 160 indivíduos, enquanto quando aumentamos a taxa de recuperação temos um pico de infectados de 167 indivíduos.

e)

Quando reduzimos a taxa de transmissão significa que menos pessoas serão infectadas durante um período de tempo, podendo levar a uma desaceleração na propagação da doença e assim aliviar a pressão sobre os sistemas de saúde. Com menos pessoas infectadas se torna mais viável implementar medidas de controle, ajudando a conter a disseminação da doença.

QUESTÃO 9:

9- Provar por indução $S_n + I_n + R_n = P \quad n \geq 0$

$$S_n = S_{n-1} - a S_{n-1} I_{n-1}$$

$$I_n = I_{n-1} + a S_{n-1} I_{n-1} - b I_{n-1}$$

$$R_n = R_{n-1} + b I_{n-1}$$

i) $P(0)$ Hip $R_0 = 0$

Hip $S_0 = P - I_0$

$$S_0 + I_0 + R_0 = P$$

$$0 + I_0 + P - I_0 = P$$

$$P = P \quad \checkmark$$

ii) $P(k) \Rightarrow$ Hip $S_k + I_k + R_k = P$

$$P(k+1) \Rightarrow S_{k+1} = S_k - a S_k I_k$$

$$P(k+1) \Rightarrow I_{k+1} = I_k + a S_k I_k - b I_k$$

$$R_{k+1} = R_k + b I_k$$

$$S_{k+1} + I_{k+1} + R_{k+1} = P$$

$$S_k - a S_k I_k + I_k + a S_k I_k - b I_k + R_k + b I_k = P$$

$$S_k + I_k + R_k = P$$

$$P = P \quad \checkmark$$

Com i e ii provar por indução que $S_n + I_n + R_n = P$ para $n \geq 0$.

QUESTÃO 10:

Em um ponto fixo do modelo SIR é igual a zero por definição. Isso ocorre porque no estado estacionário, não há mais transmissão da doença ocorrendo na população. Todos os indivíduos que eram suscetíveis já se infectaram e se recuperaram.