

Análise Estatística preliminar do pH em função e Calcário e Lodo

Éder David Borges da Silva, Renato Gonçalves de Oliveira

8 de setembro de 2011

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	10
1 Umuarama	14
1.1 Lodo	14
1.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	14
1.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	14
1.1.3 Superficie de respota do Lodo	14
1.2 Calcario	18
1.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	18
1.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	18
1.2.3 Superficie de reposta	18
1.3 Taxa Maxima e correspondencia	22
1.3.1 Taxa máxima de aplicação	22
1.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	23
2 Pinhais	26
2.1 Lodo	26
2.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	26
2.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	26
2.1.3 Superficie de respota do Lodo	26
2.2 Calcario	30
2.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	30
2.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	30
2.2.3 Superficie de reposta	30
2.3 Taxa Maxima e correspondencia	34
2.3.1 Taxa máxima de aplicação	34
2.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	35
3 Pato Branco	38
3.1 Lodo	38
3.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	38
3.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	38
3.1.3 Superficie de respota do Lodo	38
3.2 Calcario	42
3.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	42
3.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	42
3.2.3 Superficie de reposta	42
3.3 Taxa Maxima e correspondencia	46
3.3.1 Taxa máxima de aplicação	46
3.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	47
4 LapaAT	50
4.1 Lodo	50
4.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	50
4.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	50
4.1.3 Superficie de respota do Lodo	50
4.2 Calcario	54
4.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	54
4.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	54
4.2.3 Superficie de reposta	54
4.3 Taxa Maxima e correspondencia	58
4.3.1 Taxa máxima de aplicação	58
4.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	59

5 LapaXI	62
5.1 Lodo	62
5.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	62
5.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	62
5.1.3 Superficie de respota do Lodo	62
5.2 Calcario	66
5.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	66
5.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	66
5.2.3 Superficie de reposta	66
5.3 Taxa Maxima e correspondencia	70
5.3.1 Taxa máxima de aplicação	70
5.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	70
6 Análise do Lodo AT em Pinhais e na Lapa	74
6.1 Análise do Lodo na Lapa	74
6.1.1 Anova	74
6.2 Análise do Lodo em Pinhais	76
6.2.1 Anova	76
7 Apucarana	77
7.1 Lodo	77
7.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	77
7.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	77
7.1.3 Superficie de respota do Lodo	77
7.2 Calcario	81
7.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	81
7.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	81
7.2.3 Superficie de reposta	81
7.3 Taxa Maxima e correspondencia	85
7.3.1 Taxa máxima de aplicação	85
7.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	85
8 Arapongas	89
8.1 Lodo	89
8.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	89
8.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	89
8.1.3 Superficie de respota do Lodo	89
8.2 Calcario	93
8.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	93
8.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	93
8.2.3 Superficie de reposta	93
8.3 Taxa Maxima e correspondencia	97
8.3.1 Taxa máxima de aplicação	97
8.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	97
9 Londrina	101
9.1 Lodo	101
9.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	101
9.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	101
9.1.3 Superficie de respota do Lodo	101
9.2 Calcario	105
9.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	105
9.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	105
9.2.3 Superficie de reposta	105
9.3 Taxa Maxima e correspondencia	109
9.3.1 Taxa máxima de aplicação	109
9.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	109

10 Maringá	113
10.1 Lodo	113
10.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	113
10.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	113
10.1.3 Superficie de respota do Lodo	113
10.2 Calcario	117
10.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	117
10.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	117
10.2.3 Superficie de reposta	117
10.3 Taxa Máxima e correspondencia	121
10.3.1 Taxa máxima de aplicação	121
10.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	121
11 Paranavaí	125
11.1 Lodo	125
11.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	125
11.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	125
11.1.3 Superficie de respota do Lodo	125
11.2 Calcario	129
11.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	129
11.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	129
11.2.3 Superficie de reposta	129
11.3 Taxa Máxima e correspondencia	133
11.3.1 Taxa máxima de aplicação	133
11.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	133
12 Ponta Grossa	137
12.1 Lodo	137
12.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	137
12.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	137
12.1.3 Superficie de respota do Lodo	137
12.2 Calcario	141
12.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	141
12.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	141
12.2.3 Superficie de reposta	141
12.3 Taxa Máxima e correspondencia	145
12.3.1 Taxa máxima de aplicação	145
12.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	145
13 Telemaco Borba	149
13.1 Lodo	149
13.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	149
13.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	149
13.1.3 Superficie de respota do Lodo	149
13.2 Calcario	153
13.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	153
13.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	153
13.2.3 Superficie de reposta	153
13.3 Taxa Máxima e correspondencia	157
13.3.1 Taxa máxima de aplicação	157
13.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	157
14 Rio Negro	161
14.1 Lodo	161
14.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	161
14.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	161
14.1.3 Superficie de respota do Lodo	161
14.2 Calcario	165
14.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	165
14.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	165

14.2.3	Superficie de reposta	165
14.3	Taxa Máxima e correspondencia	169
14.3.1	Taxa máxima de aplicação	169
14.3.2	Equivalencia entre Lodo e Calcario	169
15	Matinhos	173
15.1	Lodo	173
15.1.1	ANOVA (Dose x Tempo)	173
15.1.2	Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	173
15.1.3	Superficie de respota do Lodo	173
15.2	Calcario	177
15.2.1	ANOVA (Dose x Tempo)	177
15.2.2	Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	177
15.2.3	Superficie de reposta	177
15.3	Taxa Máxima e correspondencia	181
15.3.1	Taxa máxima de aplicação	181
15.3.2	Equivalencia entre Lodo e Calcario	181
16	Cornelio Procopio	185
16.1	Lodo	185
16.1.1	ANOVA (Dose x Tempo)	185
16.1.2	Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	185
16.1.3	Superficie de respota do Lodo	185
16.2	Calcario	189
16.2.1	ANOVA (Dose x Tempo)	189
16.2.2	Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	189
16.2.3	Superficie de reposta	189
16.3	Taxa Máxima e correspondencia	193
16.3.1	Taxa máxima de aplicação	193
16.3.2	Equivalencia entre Lodo e Calcario	193
17	Sto Antonio Platina	197
17.1	Lodo	197
17.1.1	ANOVA (Dose x Tempo)	197
17.1.2	Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	197
17.1.3	Superficie de respota do Lodo	197
17.2	Calcario	201
17.2.1	ANOVA (Dose x Tempo)	201
17.2.2	Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	201
17.2.3	Superficie de reposta	201
17.3	Taxa Máxima e correspondencia	205
17.3.1	Taxa máxima de aplicação	205
17.3.2	Equivalencia entre Lodo e Calcario	205
18	Francisco Beltão	209
18.1	Lodo	209
18.1.1	ANOVA (Dose x Tempo)	209
18.1.2	Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	209
18.1.3	Superficie de respota do Lodo	209
18.2	Calcario	213
18.2.1	ANOVA (Dose x Tempo)	213
18.2.2	Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	213
18.2.3	Superficie de reposta	213
18.3	Taxa Máxima e correspondencia	217
18.3.1	Taxa máxima de aplicação	217
18.3.2	Equivalencia entre Lodo e Calcario	217

19 Guarapuava	221
19.1 Lodo	221
19.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	221
19.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	221
19.1.3 Superficie de respota do Lodo	221
19.2 Calcario	225
19.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	225
19.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	225
19.2.3 Superficie de reposta	225
19.3 Taxa Máxima e correspondencia	229
19.3.1 Taxa máxima de aplicação	229
19.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	229
20 Toledo	233
20.1 Lodo	233
20.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	233
20.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	233
20.1.3 Superficie de respota do Lodo	233
20.2 Calcario	237
20.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	237
20.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	237
20.2.3 Superficie de reposta	237
20.3 Taxa Máxima e correspondencia	241
20.3.1 Taxa máxima de aplicação	241
20.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	241
21 Cascavel	245
21.1 Lodo	245
21.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	245
21.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	245
21.1.3 Superficie de respota do Lodo	245
21.2 Calcario	249
21.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	249
21.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	249
21.2.3 Superficie de reposta	249
21.3 Taxa Máxima e correspondencia	253
21.3.1 Taxa máxima de aplicação	253
21.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	253
22 Campo Mourão	257
22.1 Lodo	257
22.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	257
22.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	257
22.1.3 Superficie de respota do Lodo	257
22.2 Calcario	261
22.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	261
22.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	261
22.2.3 Superficie de reposta	261
22.3 Taxa Máxima e correspondencia	265
22.3.1 Taxa máxima de aplicação	265
22.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario	265
23 Foz do Iguaçu	269
23.1 Lodo	269
23.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)	269
23.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)	269
23.1.3 Superficie de respota do Lodo	269
23.2 Calcario	273
23.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)	273
23.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)	273

23.2.3	Superficie de reposta	273
23.3	Taxa Máxima e correspondencia	277
23.3.1	Taxa máxima de aplicação	277
23.3.2	Equivalencia entre Lodo e Calcario	277

LISTA DE TABELAS

1	Análise de variância para Umuarama (Lodo x tempo)	14
2	Análise de variância para Umuarama (Calcário x tempo)	18
3	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Umuarama)	24
4	Análise de variância para Pinhais (Lodo x tempo)	26
5	Análise de variância para Pinhais (Calcário x tempo)	30
6	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Pinhais)	36
7	Análise de variância para Pato Branco (Lodo x tempo)	38
8	Análise de variância para Pato Branco (Calcário x tempo)	42
9	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Pato Branco)	48
10	Análise de variância para LapaAT (Lodo x tempo)	50
11	Análise de variância para LapaAT (Calcário x tempo)	54
12	Equivalencia entre Calcário e Lodo (LapaAT)	60
13	Análise de variância para LapaXI (Lodo x tempo)	62
14	Análise de variância para LapaXI (Calcário x tempo)	66
15	Equivalencia entre Calcário e Lodo (LapaXI)	72
16	Análise de variância para Apucarana (Lodo x tempo)	77
17	Análise de variância para Apucarana (Calcário x tempo)	81
18	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Apucarana)	87
19	Análise de variância para Arapongas (Lodo x tempo)	89
20	Análise de variância para Arapongas (Calcário x tempo)	93
21	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Arapongas)	99
22	Análise de variância para Londrina (Lodo x tempo)	101
23	Análise de variância para Londrina (Calcário x tempo)	105
24	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Londrina)	111
25	Análise de variância para Maringá (Lodo x tempo)	113
26	Análise de variância para Maringá (Calcário x tempo)	117
27	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Maringá)	123
28	Análise de variância para Paranavai (Lodo x tempo)	125
29	Análise de variância para Paranavai (Calcário x tempo)	129
30	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Paranavai)	135
31	Análise de variância para Ponta Grossa (Lodo x tempo)	137
32	Análise de variância para Ponta Grossa (Calcário x tempo)	141
33	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Ponta Grossa)	147
34	Análise de variância para Telemaco Borba (Lodo x tempo)	149
35	Análise de variância para Telemaco Borba (Calcário x tempo)	153
36	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Telemaco Borba)	159
37	Análise de variância para Rio Negro (Lodo x tempo)	161
38	Análise de variância para Rio Negro (Calcário x tempo)	165
39	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Rio Negro)	171
40	Análise de variância para Matinhos (Lodo x tempo)	173
41	Análise de variância para Matinhos (Calcário x tempo)	177
42	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Matinhos)	183
43	Análise de variância para Cornelio Procópio (Lodo x tempo)	185
44	Análise de variância para Cornelio Procópio (Calcário x tempo)	189
45	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Cornelio Procópio)	195
46	Análise de variância para Sto Antonio Platina (Lodo x tempo)	197
47	Análise de variância para Sto Antonio Platina (Calcário x tempo)	201
48	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Sto Antonio Platina)	207
49	Análise de variância para Francisco Beltau (Lodo x tempo)	209
50	Análise de variância para Francisco Beltau (Calcário x tempo)	213
51	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Francisco Beltau)	219
52	Análise de variância para Guarapuava (Lodo x tempo)	221

53	Análise de variância para Guarapuava (Calcário x tempo)	225
54	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Guarapuava)	231
55	Análise de variância para Toledo (Lodo x tempo)	233
56	Análise de variância para Toledo (Calcário x tempo)	237
57	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Toledo)	243
58	Análise de variância para Cascavel (Lodo x tempo)	245
59	Análise de variância para Cascavel (Calcário x tempo)	249
60	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Cascavel)	255
61	Análise de variância para Campo _{Mourao} (<i>Lodoxtempo</i>)	257
62	Análise de variância para Campo _{Mourao} (<i>Calcrioxtempo</i>)	261
63	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Campo _{Mourao})	267
64	Análise de variância para Foz _{doIguacu} (<i>Lodoxtempo</i>)	269
65	Análise de variância para Foz _{doIguacu} (<i>Calcrioxtempo</i>)	273
66	Equivalencia entre Calcário e Lodo (Foz _{doIguacu})	279

LISTA DE FIGURAS

1	Resposta em função do Lodo (Umuarama)	15
2	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Umuarama)	16
3	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Umuarama)	17
4	Resposta em função do Calcario (Umuarama)	19
5	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Umuarama)	20
6	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Umuarama)	21
7	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Umuarama)	22
8	Função inversa das repostas (Umuarama)	23
9	Correspondencia entre função e sua inversa (Umuarama)	24
10	Correspondência no intervalo em comun (Umuarama)	25
11	Resposta em função do Lodo (Pinhais)	27
12	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pinhais)	28
13	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pinhais)	29
14	Resposta em função do Calcario (Pinhais)	31
15	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Pinhais)	32
16	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Pinhais)	33
17	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Pinhais)	34
18	Função inversa das repostas (Pinhais)	35
19	Correspondencia entre função e sua inversa (Pinhais)	36
20	Correspondência no intervalo em comun (Pinhais)	37
21	Resposta em função do Lodo (Pato Branco)	39
22	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pato Branco)	40
23	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pato Branco)	41
24	Resposta em função do Calcario (Pato Branco)	43
25	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Pato Branco)	44
26	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Pato Branco)	45
27	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Pato Branco)	46
28	Função inversa das repostas (Pato Branco)	47
29	Correspondencia entre função e sua inversa (Pato Branco)	48
30	Correspondência no intervalo em comun (Pato Branco)	49
31	Resposta em função do Lodo (LapaAT)	51
32	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (LapaAT)	52
33	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Lapa AT)	53
34	Resposta em função do Calcario (LapaAT)	55
35	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaAT)	56
36	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaAT)	57
37	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (LapaAT)	58
38	Função inversa das repostas (LapaAT)	59
39	Correspondencia entre função e sua inversa (LapaAT)	60
40	Correspondência no intervalo em comun (LapaAT)	61
41	Resposta em função do Lodo (LapaXI)	63
42	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (LapaXI)	64
43	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (LapaXI)	65
44	Resposta em função do Calcario (LapaXI)	67
45	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaXI)	68
46	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaXI)	69
47	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (LapaXI)	70
48	Função inversa das repostas (LapaXI)	71
49	Correspondencia entre função e sua inversa (LapaXI)	72
50	Correspondência no intervalo em comun (LapaXI)	73
51	Resposta em função do Lodo (Apucarana)	78
52	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Apucarana)	79

53	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Apucarana)	80
54	Resposta em função do Calcario (Apucarana)	82
55	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Apucarana)	83
56	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Apucarana)	84
57	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Apucarana)	85
58	Função inversa das repostas (Apucarana)	86
59	Correspondencia entre função e sua inversa (Apucarana)	87
60	Correspondência no intervalo em comun (Apucarana)	88
61	Resposta em função do Lodo (Arapongas)	90
62	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Arapongas)	91
63	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Arapongas)	92
64	Resposta em função do Calcario (Arapongas)	94
65	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Arapongas)	95
66	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Arapongas)	96
67	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Arapongas)	97
68	Função inversa das repostas (Arapongas)	98
69	Correspondencia entre função e sua inversa (Arapongas)	99
70	Correspondência no intervalo em comun (Arapongas)	100
71	Resposta em função do Lodo (Londrina)	102
72	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Londrina)	103
73	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Londrina)	104
74	Resposta em função do Calcario (Londrina)	106
75	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Londrina)	107
76	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Londrina)	108
77	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Londrina)	109
78	Função inversa das repostas (Londrina)	110
79	Correspondencia entre função e sua inversa (Londrina)	111
80	Correspondência no intervalo em comun (Londrina)	112
81	Resposta em função do Lodo (Maringá)	114
82	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Maringá)	115
83	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Maringá)	116
84	Resposta em função do Calcario (Maringá)	118
85	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Maringá)	119
86	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Maringá)	120
87	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Maringá)	121
88	Função inversa das repostas (Maringá)	122
89	Correspondencia entre função e sua inversa (Maringá)	123
90	Correspondência no intervalo em comun (Maringá)	124
91	Resposta em função do Lodo (Paranavaí)	126
92	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Paranavai)	127
93	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Paranavai)	128
94	Resposta em função do Calcario (Paranavaí)	130
95	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Paranavai)	131
96	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Paranavai)	132
97	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Paranavaí)	133
98	Função inversa das repostas (Paranavaí)	134
99	Correspondencia entre função e sua inversa (Paranavaí)	135
100	Correspondência no intervalo em comun (Paranavaí)	136
101	Resposta em função do Lodo (Ponta Grossa)	138
102	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Ponta Grossa)	139
103	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Ponta Grossa)	140
104	Resposta em função do Calcario (Ponta Grossa)	142
105	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Ponta Grossa)	143
106	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Ponta Grossa)	144
107	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Ponta Grossa)	145
108	Função inversa das repostas (Ponta Grossa)	146
109	Correspondencia entre função e sua inversa (Ponta Grossa)	147
110	Correspondência no intervalo em comun (Ponta Grossa)	148
111	Resposta em função do Lodo (Telemaco Borba)	150

112	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Telemaco Borba)	151
113	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Telemaco Borba)	152
114	Resposta em função do Calcario (Telemaco Borba)	154
115	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Telemaco Borba)	155
116	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Telemaco Borba)	156
117	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Telemaco Borba)	157
118	Função inversa das repostas (Telemaco Borba)	158
119	Correspondencia entre função e sua inversa (Telemaco Borba)	159
120	Correspondência no intervalo em comun (Telemaco Borba)	160
121	Resposta em função do Lodo (Rio Negro)	162
122	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Rio Negro)	163
123	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Rio Negro)	164
124	Resposta em função do Calcario (Rio Negro)	166
125	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Rio Negro)	167
126	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Rio Negro)	168
127	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Rio Negro)	169
128	Função inversa das repostas (Rio Negro)	170
129	Correspondencia entre função e sua inversa (Rio Negro)	171
130	Correspondência no intervalo em comun (Rio Negro)	172
131	Resposta em função do Lodo (Matinhos)	174
132	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Matinhos)	175
133	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Matinhos)	176
134	Resposta em função do Calcario (Matinhos)	178
135	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Matinhos)	179
136	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Matinhos)	180
137	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Matinhos)	181
138	Função inversa das repostas (Matinhos)	182
139	Correspondencia entre função e sua inversa (Matinhos)	183
140	Correspondência no intervalo em comun (Matinhos)	184
141	Resposta em função do Lodo (Cornelio Procopio)	186
142	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cornelio Procopio)	187
143	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cornelio Procopio)	188
144	Resposta em função do Calcario (Cornelio Procopio)	190
145	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cornelio Procopio)	191
146	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cornelio Procopio)	192
147	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Cornelio Procopio)	193
148	Função inversa das repostas (Cornelio Procopio)	194
149	Correspondencia entre função e sua inversa (Cornelio Procopio)	195
150	Correspondência no intervalo em comun (Cornelio Procopio)	196
151	Resposta em função do Lodo (Sto Antonio Platina)	198
152	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Sto Antonio Platina)	199
153	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Sto Antonio Platina)	200
154	Resposta em função do Calcario (Sto Antonio Platina)	202
155	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Sto Antonio Platina)	203
156	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Sto Antonio Platina)	204
157	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Sto Antonio Platina)	205
158	Função inversa das repostas (Sto Antonio Platina)	206
159	Correspondencia entre função e sua inversa (Sto Antonio Platina)	207
160	Correspondência no intervalo em comun (Sto Antonio Platina)	208
161	Resposta em função do Lodo (Francisco Beltao)	210
162	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Francisco Beltao)	211
163	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Francisco Beltao)	212
164	Resposta em função do Calcario (Francisco Beltao)	214
165	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Francisco Beltao)	215
166	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Francisco Beltao)	216
167	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Francisco Beltao)	217
168	Função inversa das repostas (Francisco Beltao)	218
169	Correspondencia entre função e sua inversa (Francisco Beltao)	219
170	Correspondência no intervalo em comun (Francisco Beltao)	220

171	Resposta em função do Lodo (Guarapuava)	222
172	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Guarapuava)	223
173	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Guarapuava)	224
174	Resposta em função do Calcario (Guarapuava)	226
175	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Guarapuava)	227
176	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Guarapuava)	228
177	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Guarapuava)	229
178	Função inversa das repostas (Guarapuava)	230
179	Correspondencia entre função e sua inversa (Guarapuava)	231
180	Correspondência no intervalo em comun (Guarapuava)	232
181	Resposta em função do Lodo (Toledo)	234
182	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Toledo)	235
183	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Toledo)	236
184	Resposta em função do Calcario (Toledo)	238
185	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Toledo)	239
186	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Toledo)	240
187	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Toledo)	241
188	Função inversa das repostas (Toledo)	242
189	Correspondencia entre função e sua inversa (Toledo)	243
190	Correspondência no intervalo em comun (Toledo)	244
191	Resposta em função do Lodo (Cascavel)	246
192	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cascavel)	247
193	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cascavel)	248
194	Resposta em função do Calcario (Cascavel)	250
195	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cascavel)	251
196	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cascavel)	252
197	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Cascavel)	253
198	Função inversa das repostas (Cascavel)	254
199	Correspondencia entre função e sua inversa (Cascavel)	255
200	Correspondência no intervalo em comun (Cascavel)	256
201	Resposta em função do Lodo (<i>CampoMourao</i>)	258
202	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (<i>CampoMourao</i>)	259
203	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (<i>CampoMourao</i>)	260
204	Resposta em função do Calcario (<i>CampoMourao</i>)	262
205	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (<i>CampoMourao</i>)	263
206	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (<i>CampoMourao</i>)	264
207	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (<i>CampoMourao</i>)	265
208	Função inversa das repostas (<i>CampoMourao</i>)	266
209	Correspondencia entre função e sua inversa (<i>CampoMourao</i>)	267
210	Correspondência no intervalo em comun (<i>CampoMourao</i>)	268
211	Resposta em função do Lodo (<i>FozdoIguacu</i>)	270
212	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (<i>FozdoIguacu</i>)	271
213	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (<i>FozdoIguacu</i>)	272
214	Resposta em função do Calcario (<i>FozdoIguacu</i>)	274
215	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (<i>FozdoIguacu</i>)	275
216	Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (<i>FozdoIguacu</i>)	276
217	Resposta em função do Lodo e taxa máxima (<i>FozdoIguacu</i>)	277
218	Função inversa das repostas (<i>FozdoIguacu</i>)	278
219	Correspondencia entre função e sua inversa (<i>FozdoIguacu</i>)	279
220	Correspondência no intervalo em comun (<i>FozdoIguacu</i>)	280

1 Umuarama

1.1 Lodo

1.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.59	0.32	92.03	0.0000
DoseL	4	244.89	61.22	17774.24	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.77	0.09	25.66	0.0000
Residuals	60	0.21	0.00		

Tabela 1: Análise de variância para Umuarama (Lodo x tempo)

1.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.48765 0.09169 48.95 3.18e-14 ***  
b 1.91388 0.15018 12.74 6.26e-08 ***  
c 10.56853 0.31950 33.08 2.30e-12 ***  
f 4.16359 0.05504 75.64 2.68e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.09535 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 7

Achieved convergence tolerance: 5.969e-06

$$R^2 = 0.997$$

1.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.673715 0.091476 51.092 <2e-16 ***  
b 1.620611 0.128669 12.595 <2e-16 ***  
c 9.540996 0.292060 32.668 <2e-16 ***  
q -0.003166 0.001207 -2.622 0.0103 *  
f 3.286315 0.054919 59.839 <2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.202 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 9

Achieved convergence tolerance: 4.637e-06

$$R^2 = 0.986$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

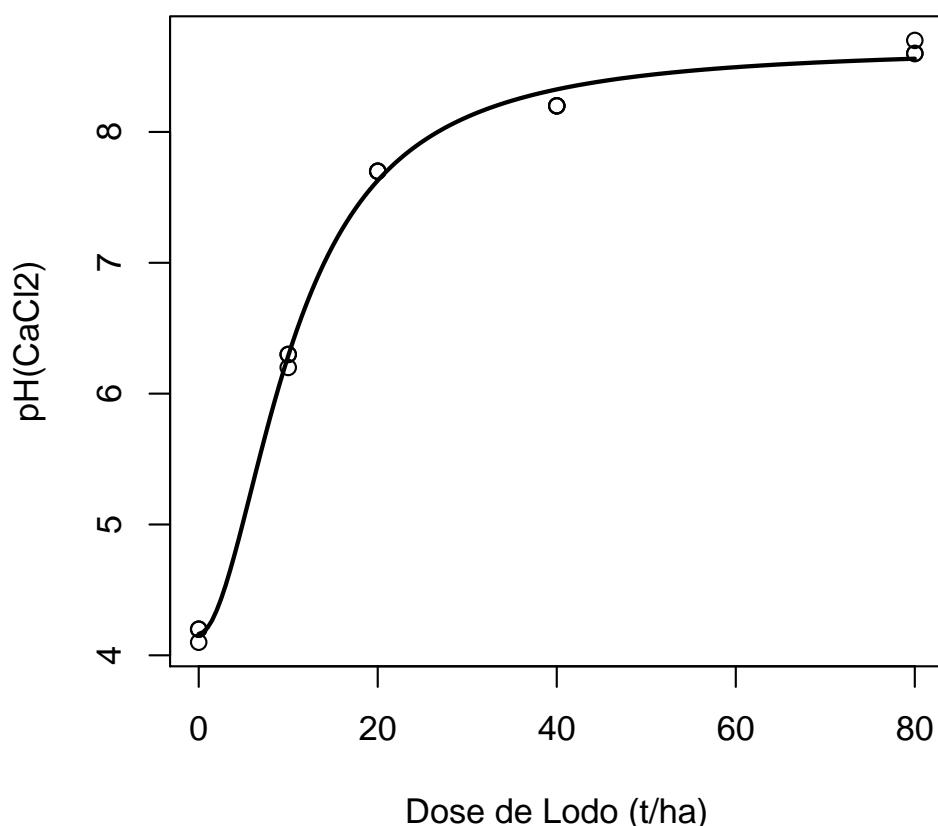


Figura 1: Resposta em função do Lodo (Umuarama)

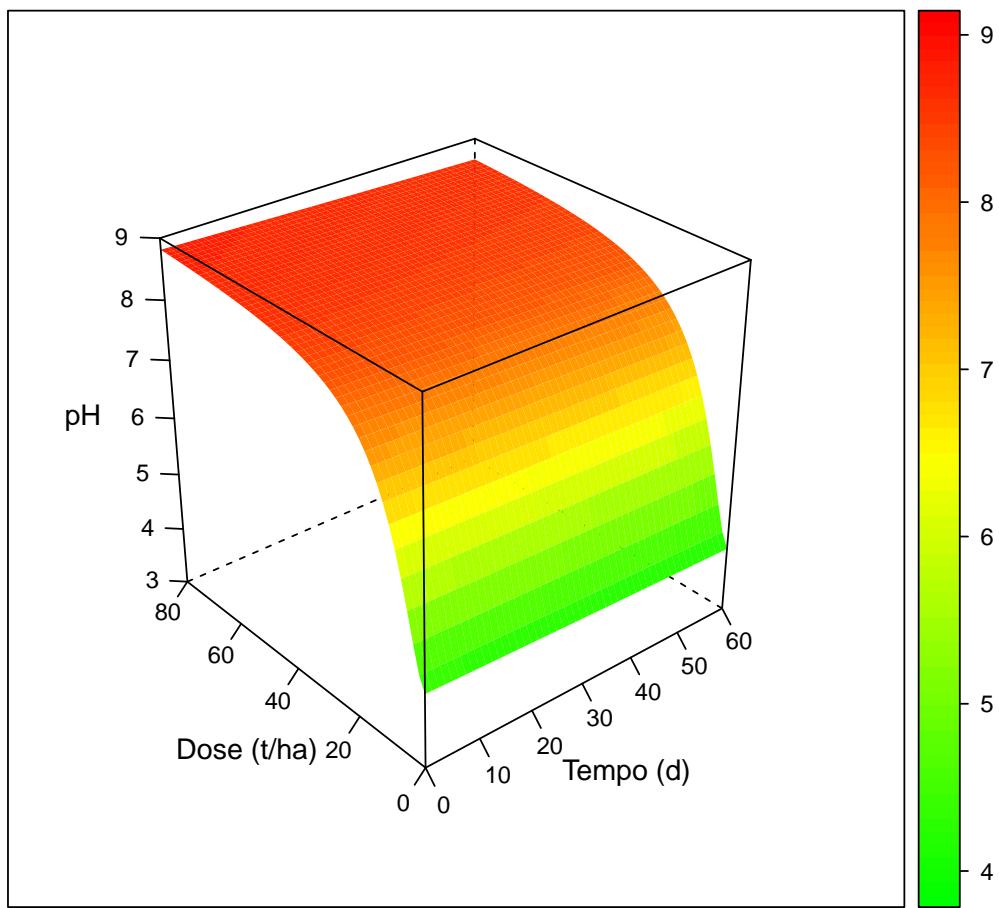


Figura 2: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Umuarama)

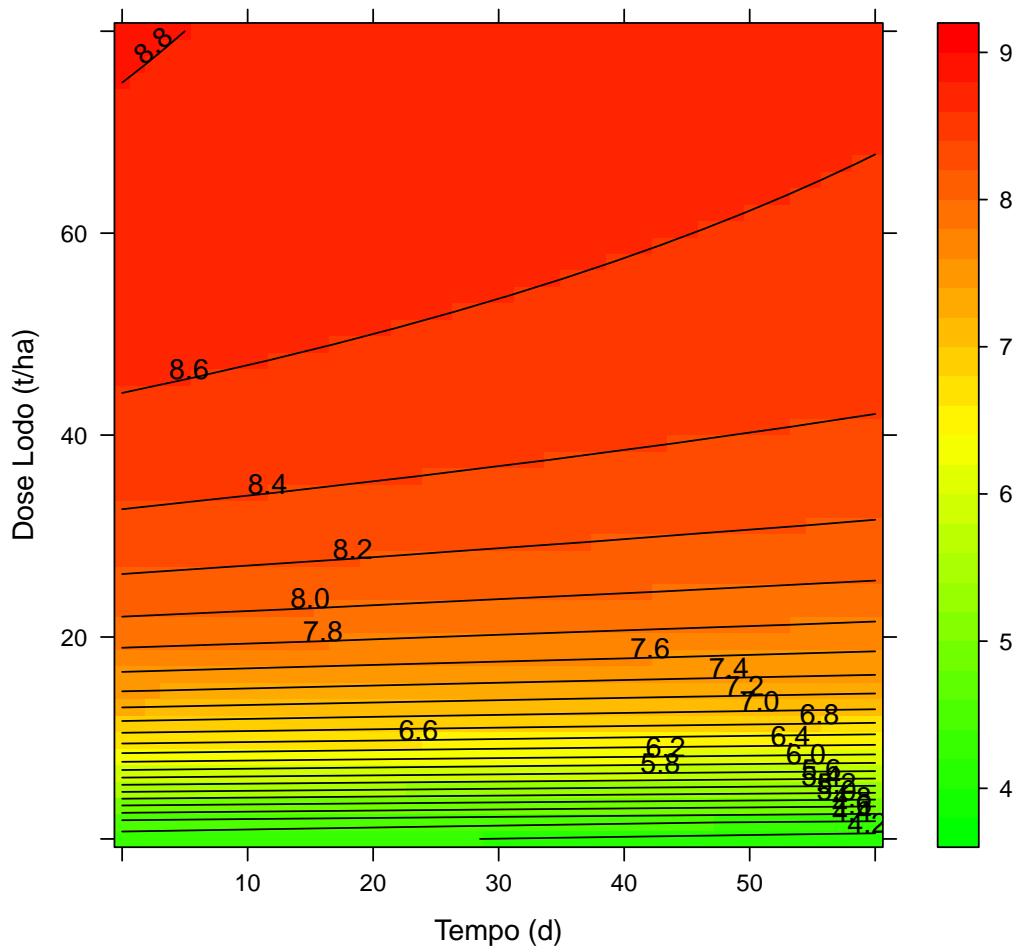


Figura 3: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Umuarama)

1.2 Calcario

1.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	6.62	1.32	313.48	0.0000
DoseC	4	78.78	19.70	4664.84	0.0000
Tempo:DoseC	20	4.18	0.21	49.53	0.0000
Residuals	60	0.25	0.00		

Tabela 2: Análise de variância para Umuarama (Calcário x tempo)

1.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.28212 0.11591 28.32 1.25e-11 ***  
b 1.79956 0.11456 15.71 7.00e-09 ***  
c 3.46205 0.17013 20.35 4.44e-10 ***  
f 4.23431 0.03485 121.49 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.06059 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 5

Achieved convergence tolerance: 5.011e-07

$$R^2 = 0.998$$

1.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.834653 0.295182 9.603 3.25e-15 ***  
b 1.511850 0.252545 5.986 4.96e-08 ***  
c 3.267909 0.564785 5.786 1.17e-07 ***  
q 0.006321 0.001073 5.891 7.48e-08 ***  
f 3.087394 0.082969 37.211 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.3156 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 7

Achieved convergence tolerance: 9.533e-06

$$R^2 = 0.906$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

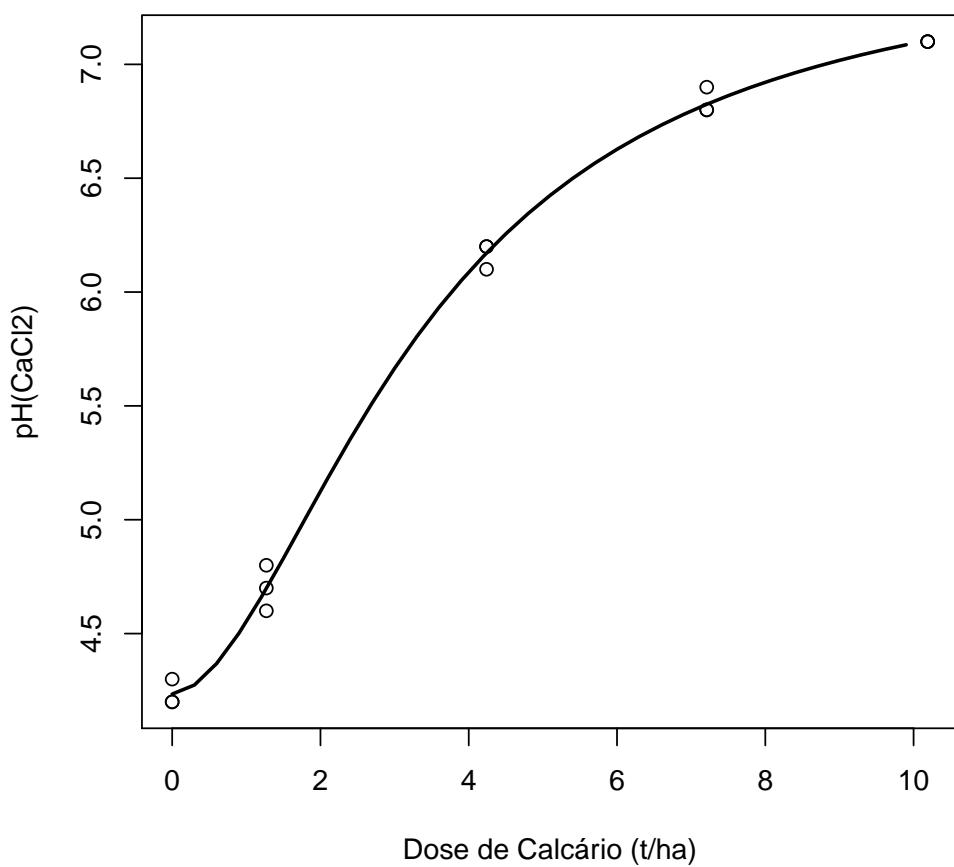


Figura 4: Resposta em função do Calcario (Umuarama)

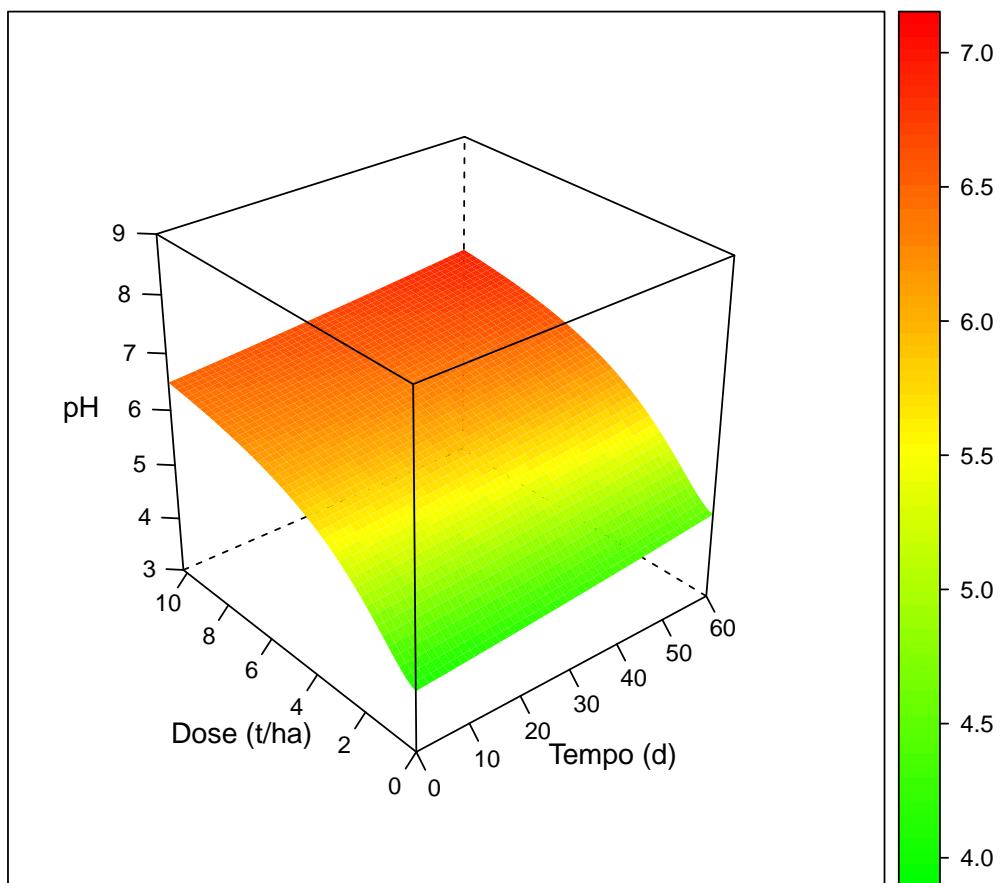


Figura 5: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Umuarama)

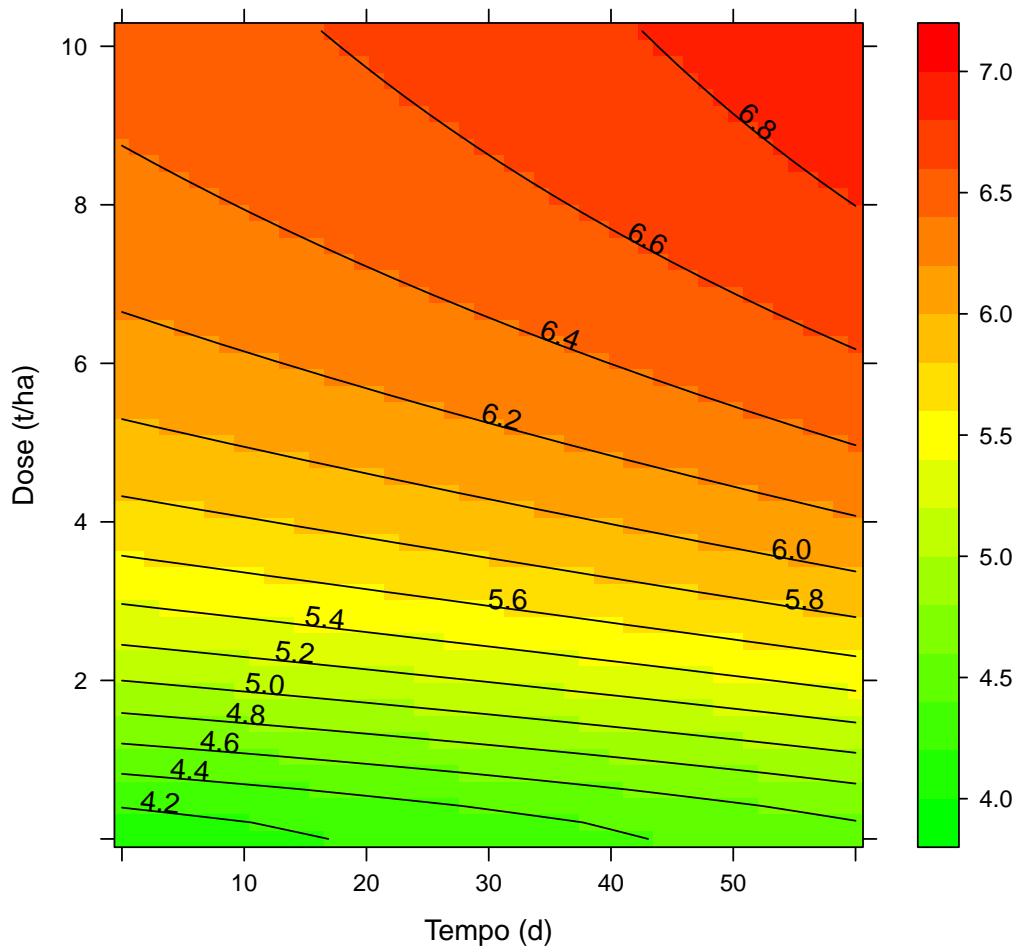


Figura 6: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Umuarama)

1.3 Taxa Maxima e correspondencia

1.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.67372 0.09565 48.87 <2e-16 ***  
b 1.62061 0.13453 12.05 <2e-16 ***  
c 9.54100 0.30537 31.24 <2e-16 ***  
f 4.20937 0.04977 84.58 <2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2112 on 86 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 6

Achieved convergence tolerance: 2.248e-06

$R^2 = 0.985$

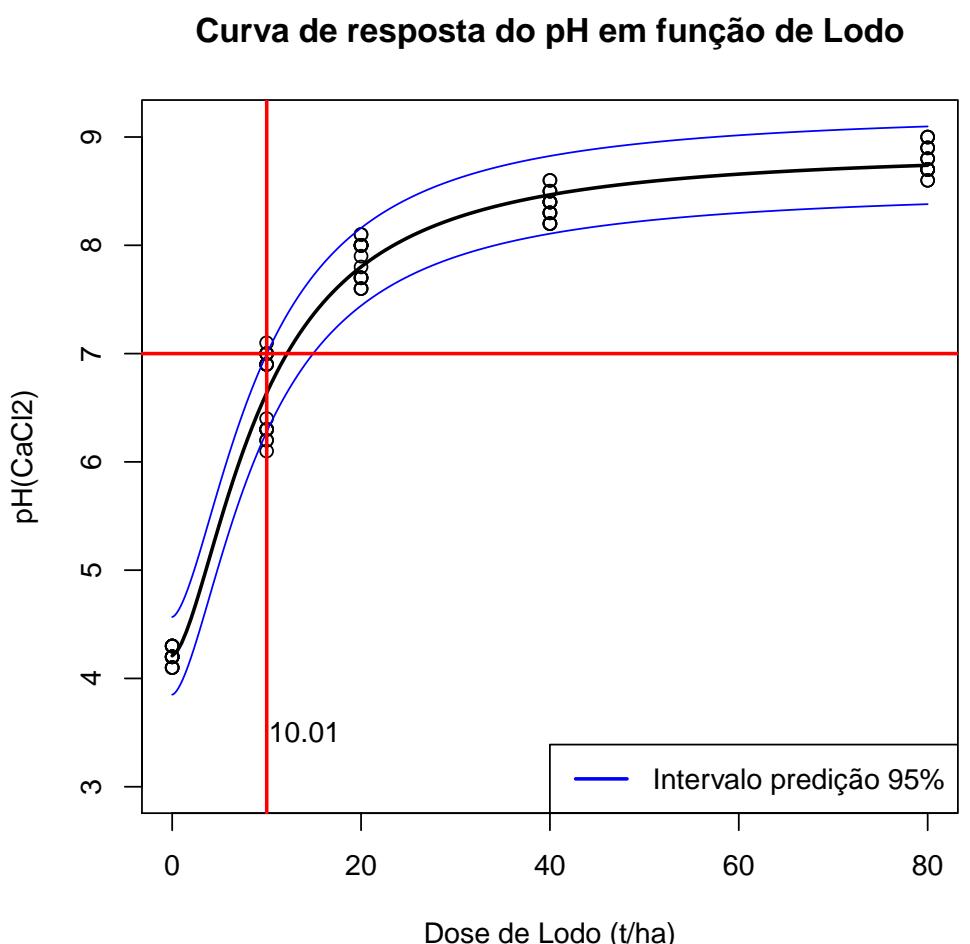


Figura 7: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Umuarama)

1.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

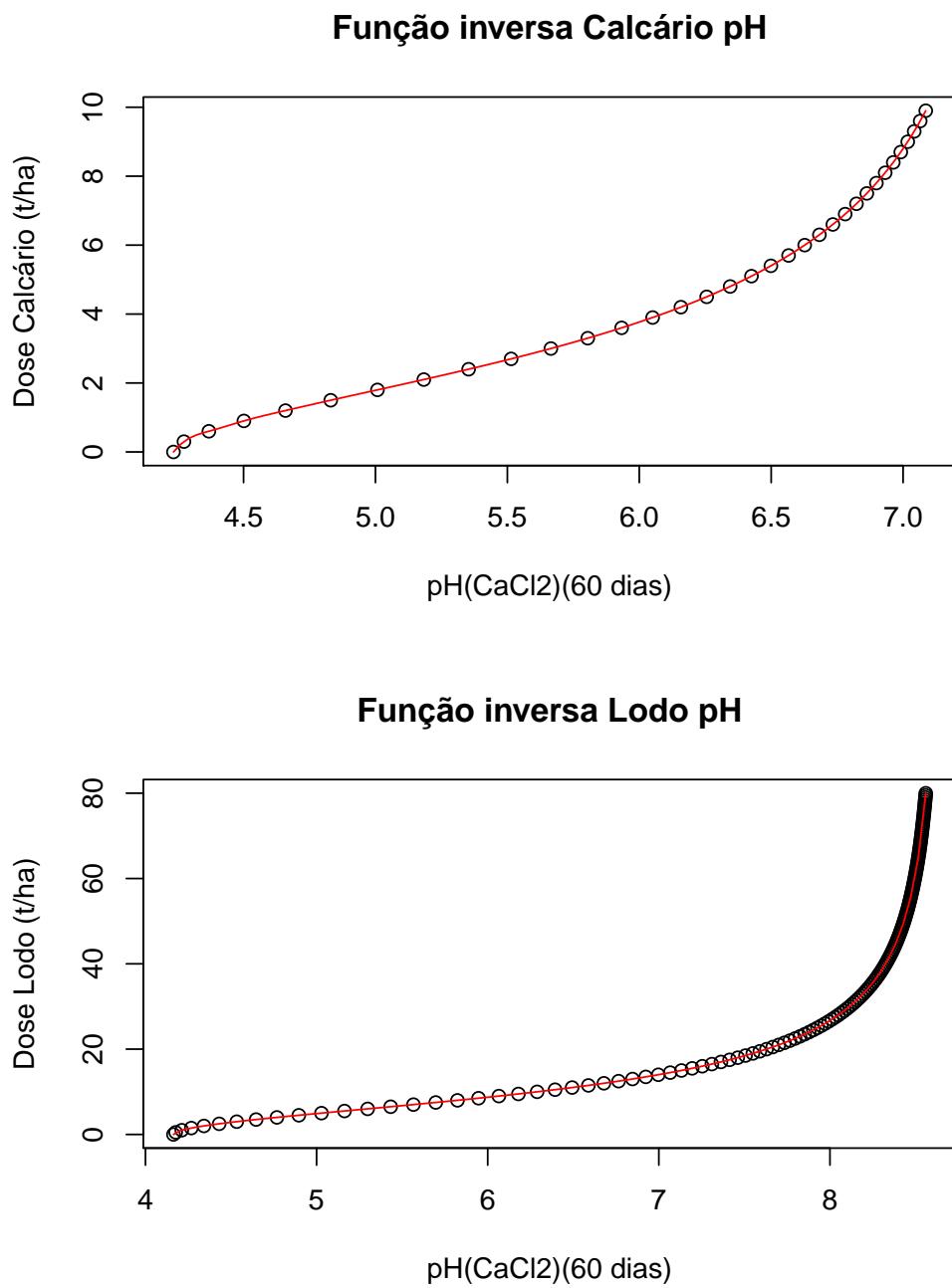


Figura 8: Função inversa das repostas (Umuarama)

Corespondência entre função e sua inversa

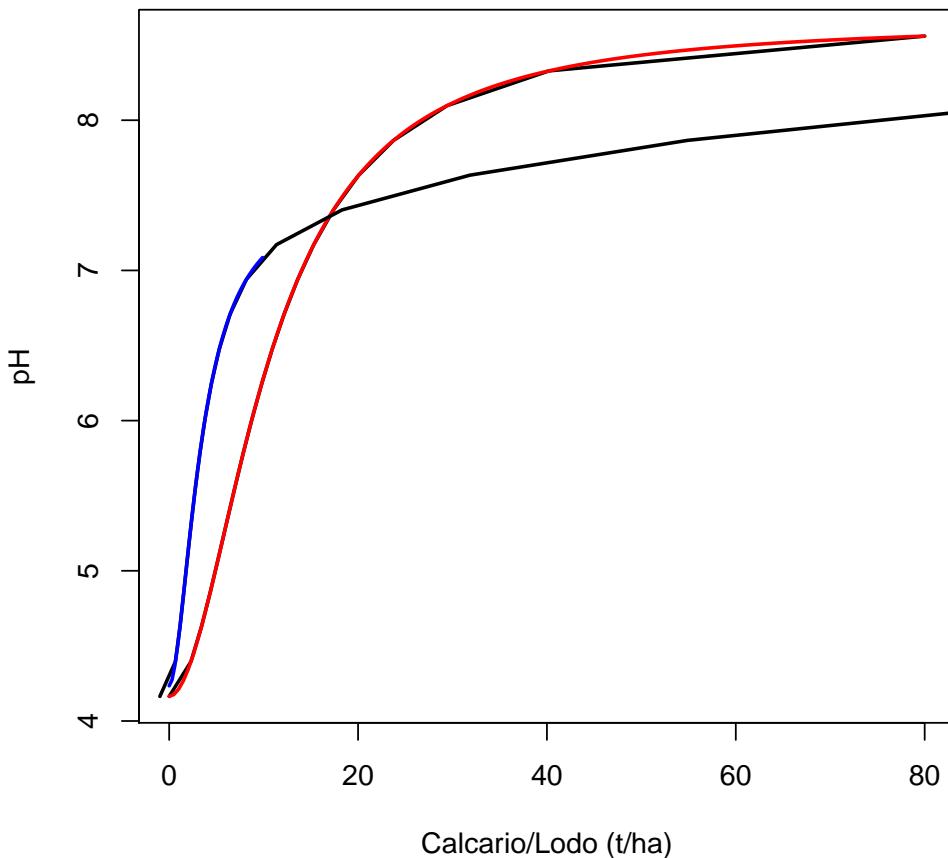
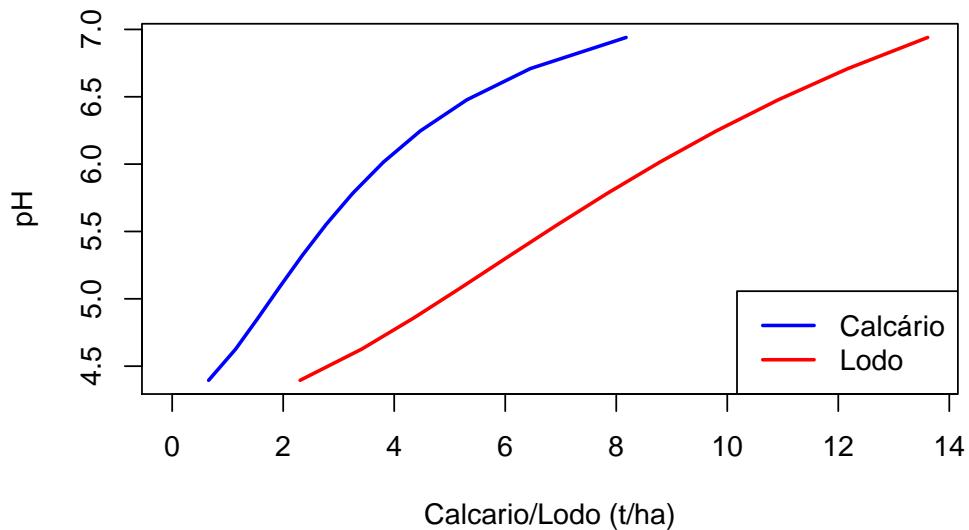


Figura 9: Correspondencia entre função e sua inversa (Umuarama)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50	2.84	0.89	3.18
6	4.75	3.93	1.36	2.88
7	5.00	4.89	1.79	2.74
8	5.25	5.82	2.22	2.63
9	5.50	6.75	2.67	2.53
10	5.75	7.71	3.18	2.42
11	6.00	8.72	3.77	2.32
12	6.25	9.82	4.48	2.19
13	6.50	11.03	5.40	2.04
14	6.75	12.41	6.71	1.85
15	7.00			

Tabela 3: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Umuarama)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcaro

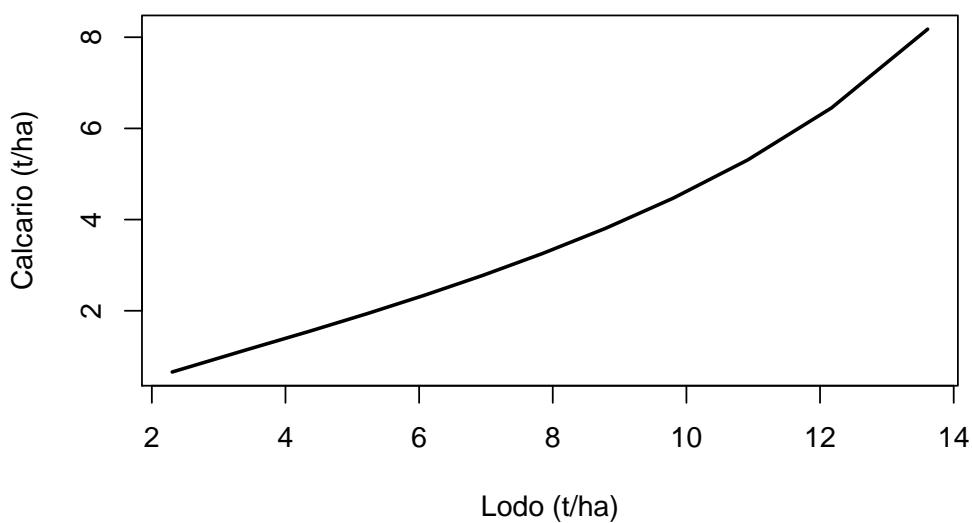


Figura 10: Correspondência no intervalo em comum (Umuarama)

2 Pinhais

2.1 Lodo

2.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.04	0.21	42.59	0.0000
DoseL	4	86.63	21.66	4429.74	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.66	0.03	6.76	0.0000
Residuals	60	0.29	0.00		

Tabela 4: Análise de variância para Pinhais (Lodo x tempo)

2.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 1.004e+04 6.886e+06 0.001 0.999  
b 8.309e-01 1.047e-01 7.935 7.06e-06 ***  
c 1.491e+06 1.232e+09 0.001 0.999  
f 4.111e+00 3.275e-02 125.552 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.05686 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: NA

$$R^2 = 0.998$$

2.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.287e+01 3.110e+01 0.736 0.464017  
b 8.966e-01 1.073e-01 8.357 1.08e-12 ***  
c 7.145e+02 1.411e+03 0.506 0.613898  
q 2.457e-03 6.049e-04 4.062 0.000108 ***  
f 3.016e+00 3.753e-02 80.361 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1413 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 7

Achieved convergence tolerance: 5.268e-07

$$R^2 = 0.981$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

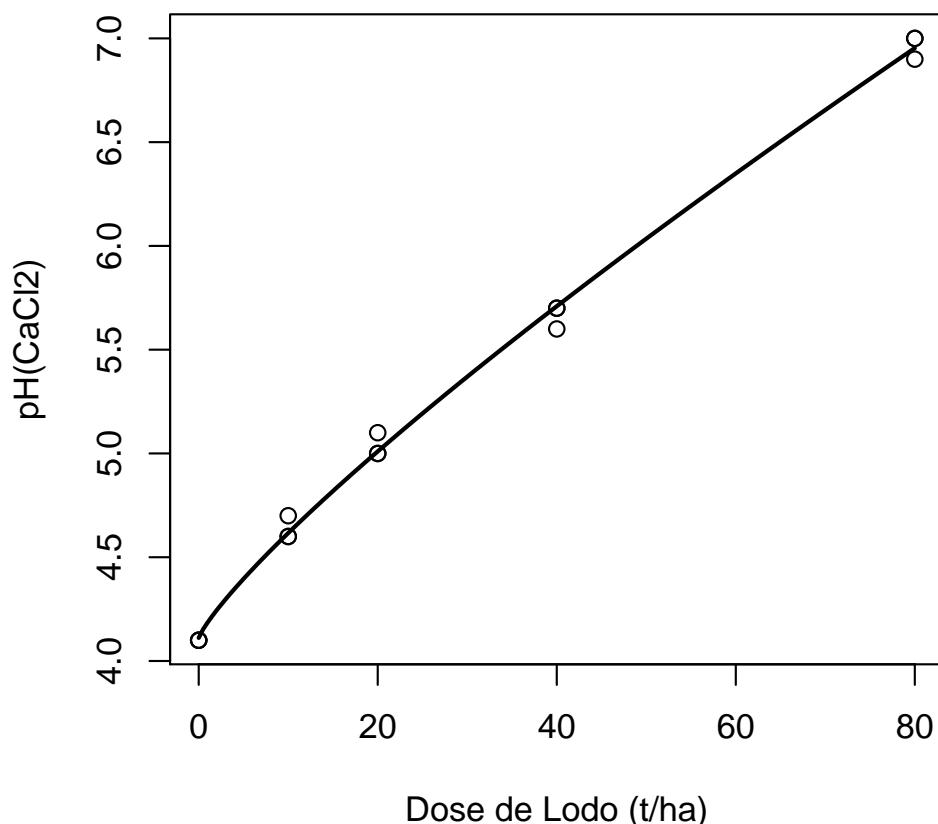


Figura 11: Resposta em função do Lodo (Pinhais)

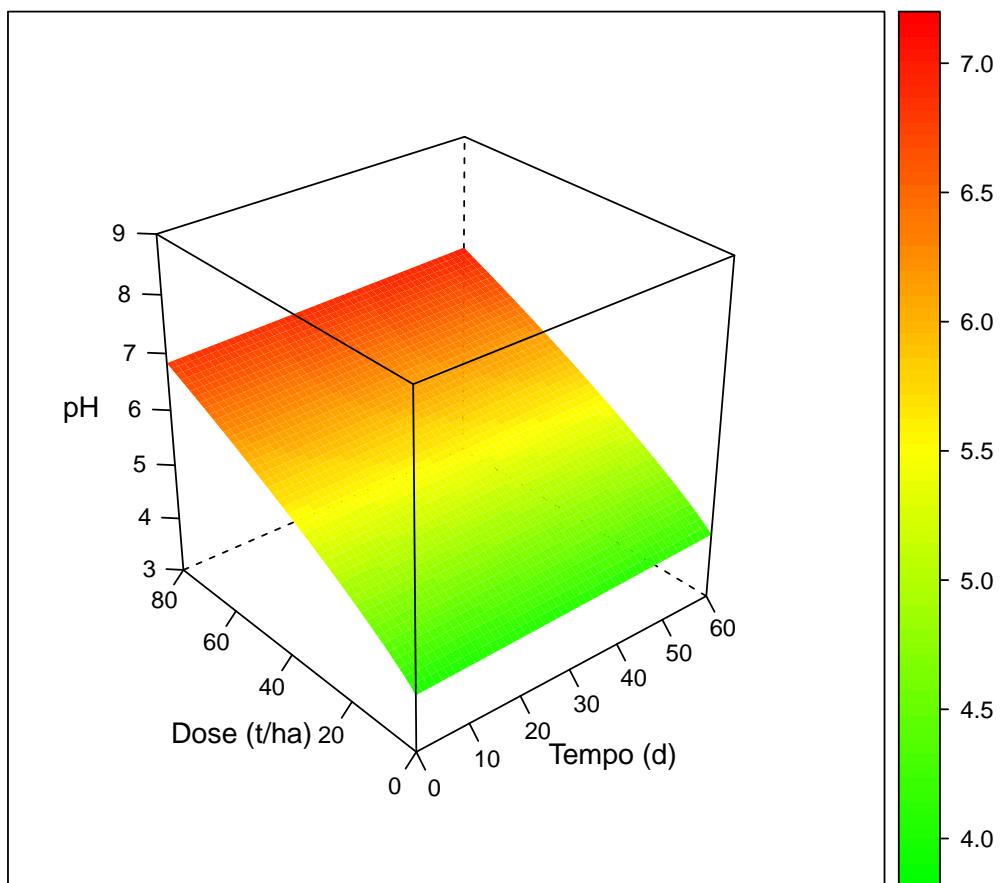


Figura 12: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pinhais)

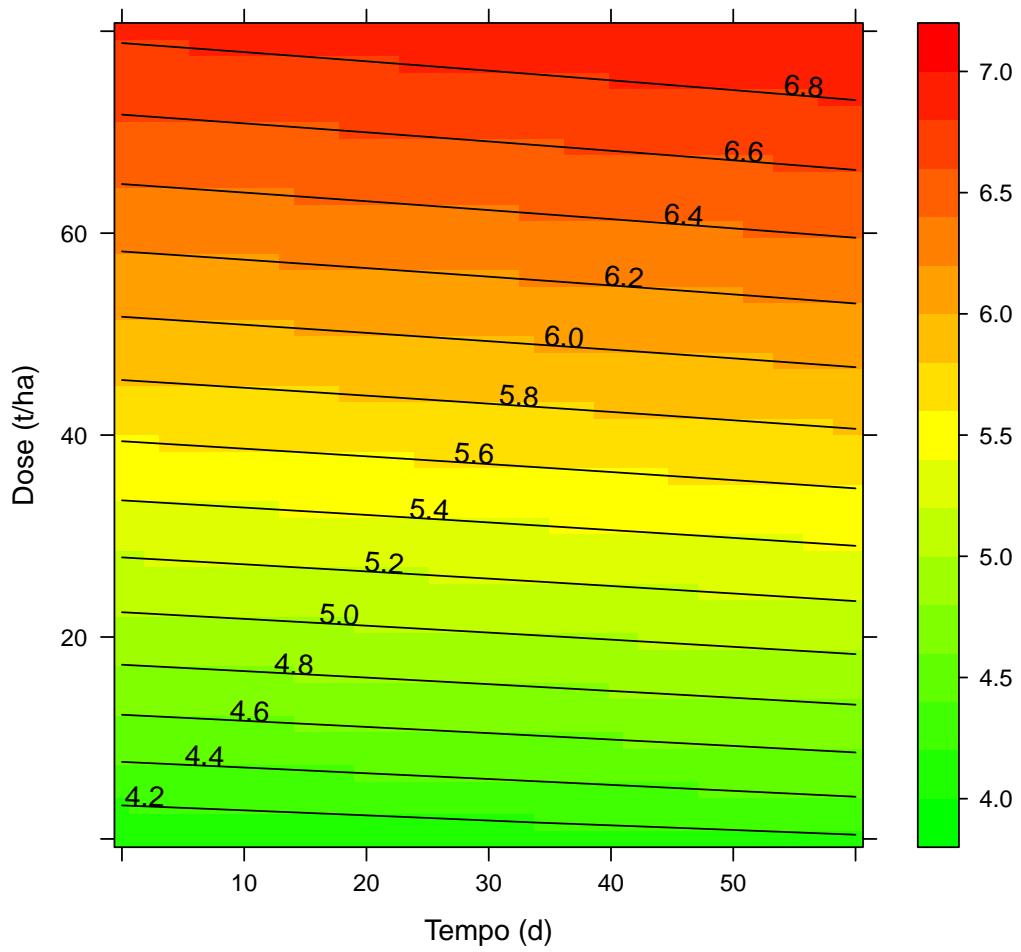


Figura 13: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pinhais)

2.2 Calcario

2.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	5.87	1.17	528.32	0.0000
DoseC	4	55.80	13.95	6277.82	0.0000
Tempo:DoseC	20	3.55	0.18	79.79	0.0000
Residuals	60	0.13	0.00		

Tabela 5: Análise de variância para Pinhais (Calcário x tempo)

2.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 4.42181   0.51035  8.664 3.04e-06 ***
b 1.20691   0.09700 12.442 8.01e-08 ***
c 21.26398   4.05179  5.248 0.000273 ***
f 4.13262   0.02841 145.461 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.04941 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.998$$

2.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.468e+00 8.949e-01  3.876 0.000209 ***
b 1.177e+00 2.243e-01  5.247 1.12e-06 ***
c 1.960e+01 8.701e+00  2.252 0.026878 *
q 8.179e-03 7.236e-04 11.303 < 2e-16 ***
f 2.828e+00 6.213e-02 45.519 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.2379 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 2

Achieved convergence tolerance: 4.972e-06

$$R^2 = 0.926$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

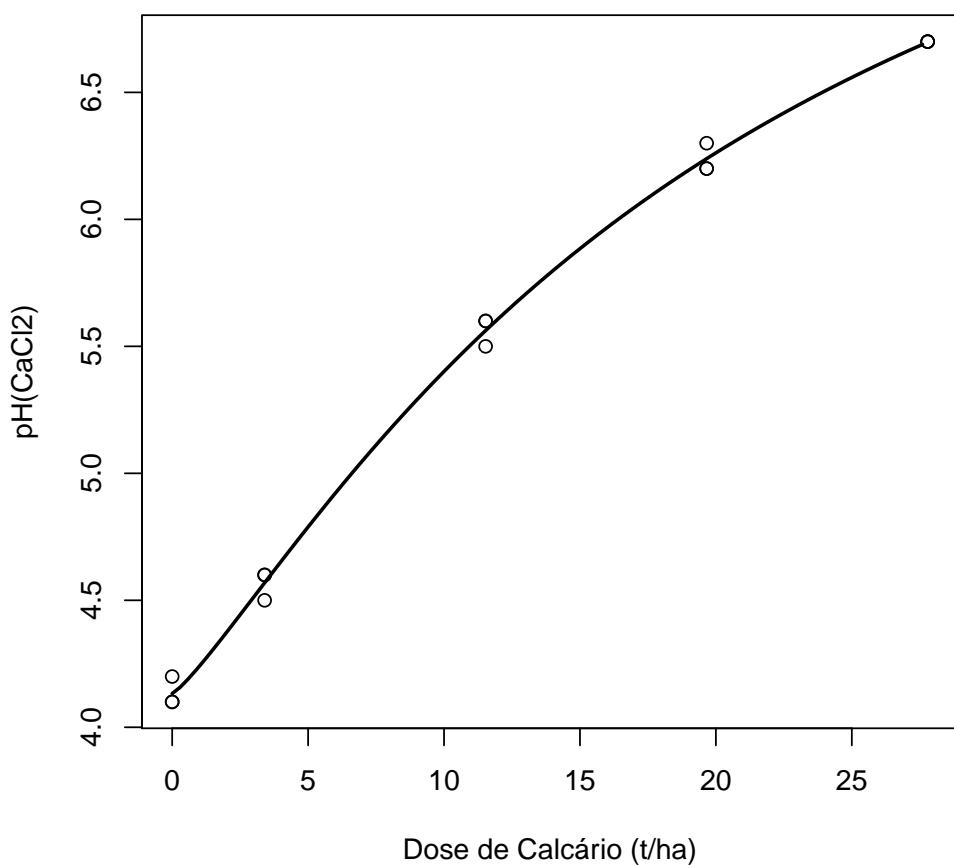


Figura 14: Resposta em função do Calcario (Pinhais)

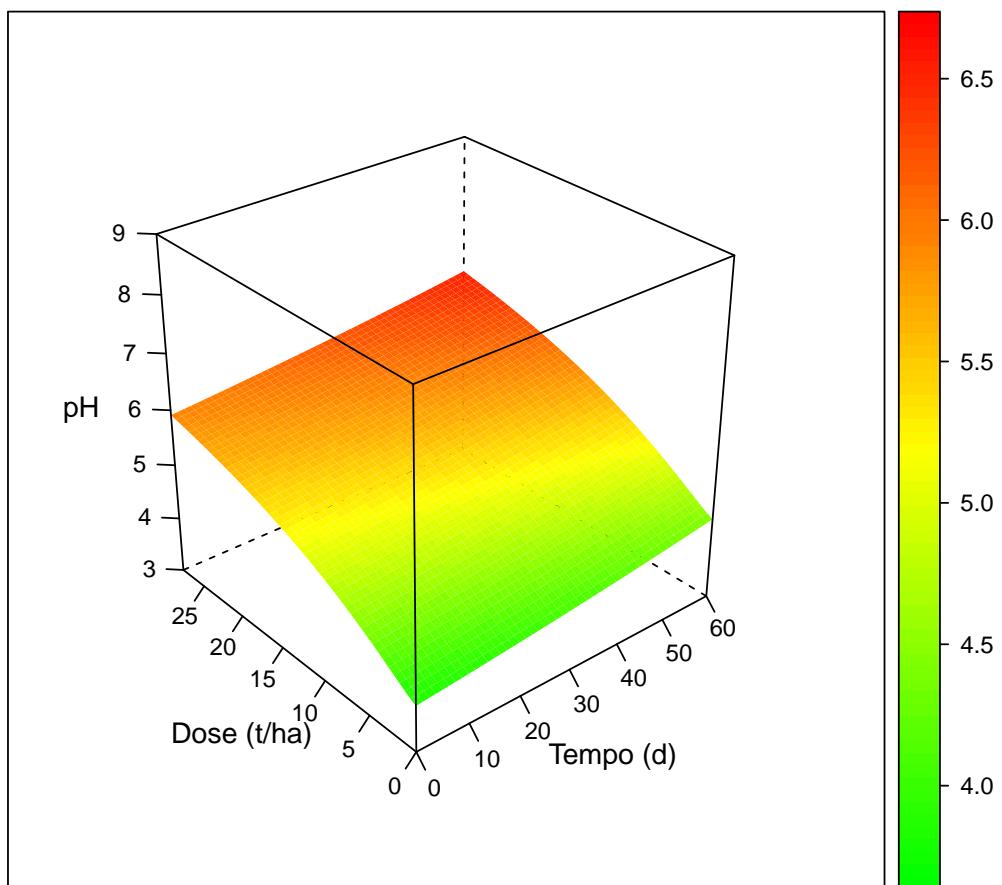


Figura 15: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcário (Pinhais)

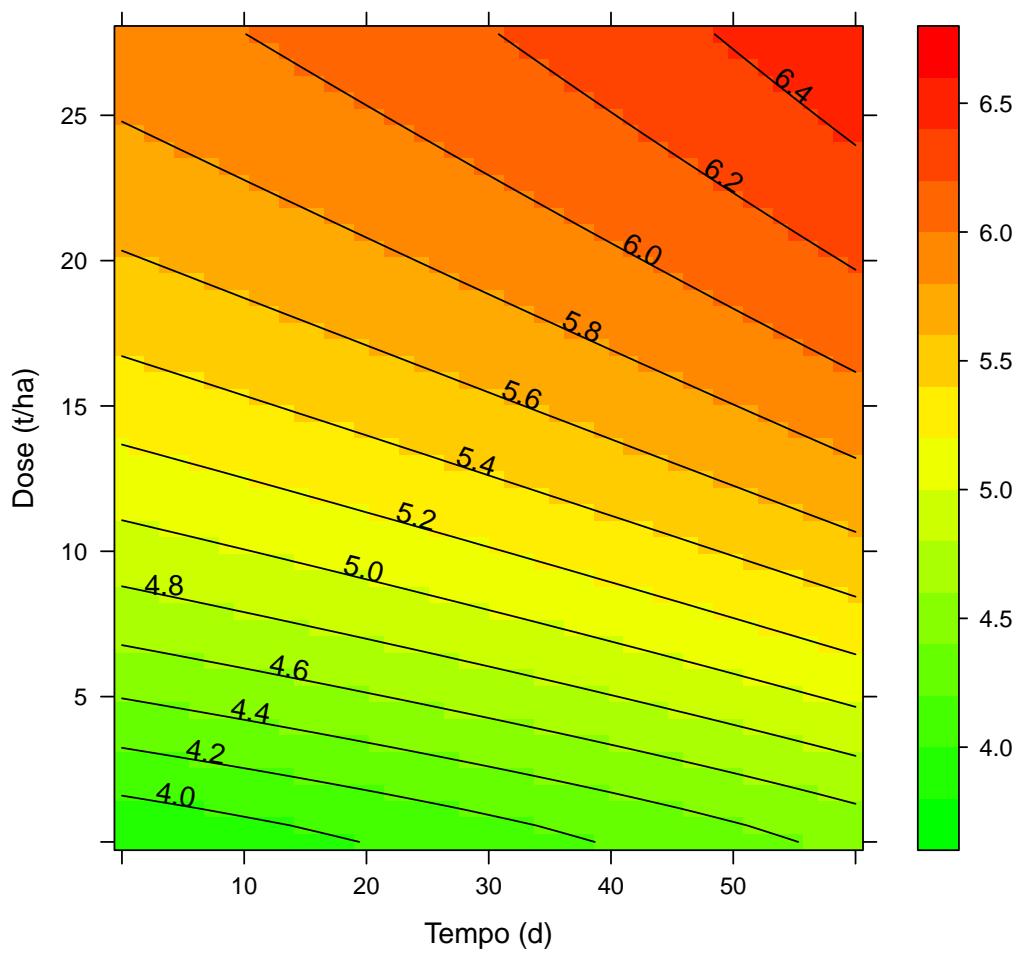


Figura 16: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcário (Pinhais)

2.3 Taxa Maxima e correspondencia

2.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	2.287e+01	3.353e+01	0.682	0.497
b	8.966e-01	1.157e-01	7.751	1.68e-11 ***
c	7.145e+02	1.521e+03	0.470	0.640
f	4.084e+00	3.579e-02	114.097	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1523 on 86 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 8

Achieved convergence tolerance: 1.363e-08

$R^2 = 0.977$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

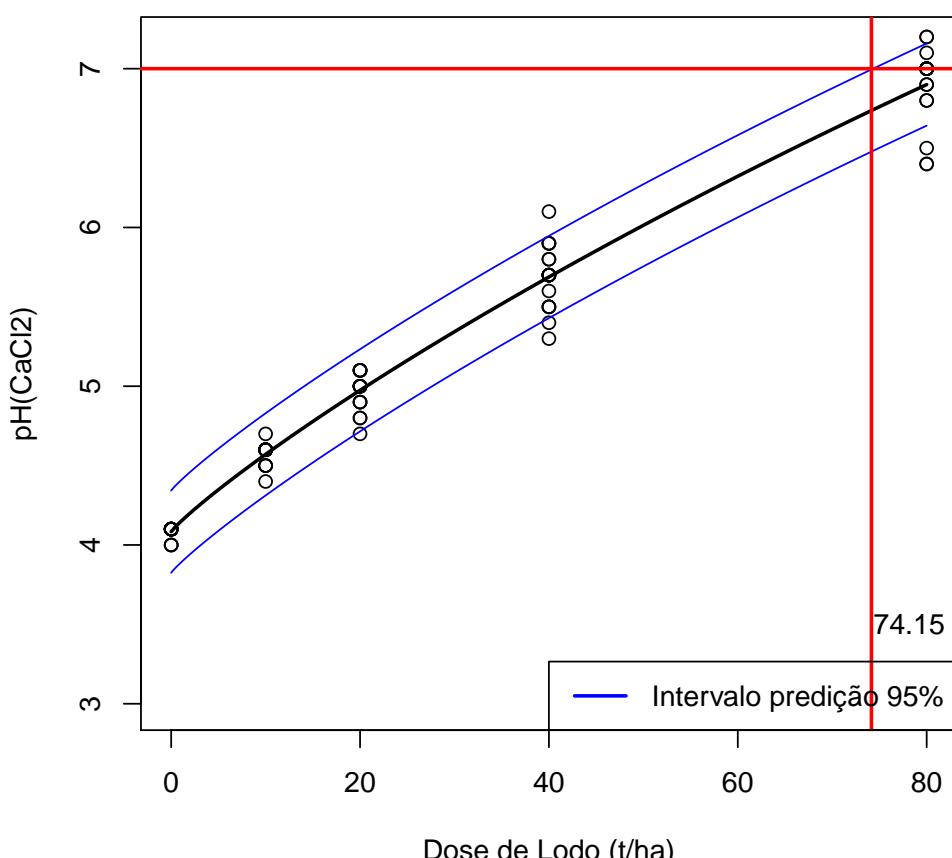


Figura 17: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Pinhais)

2.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

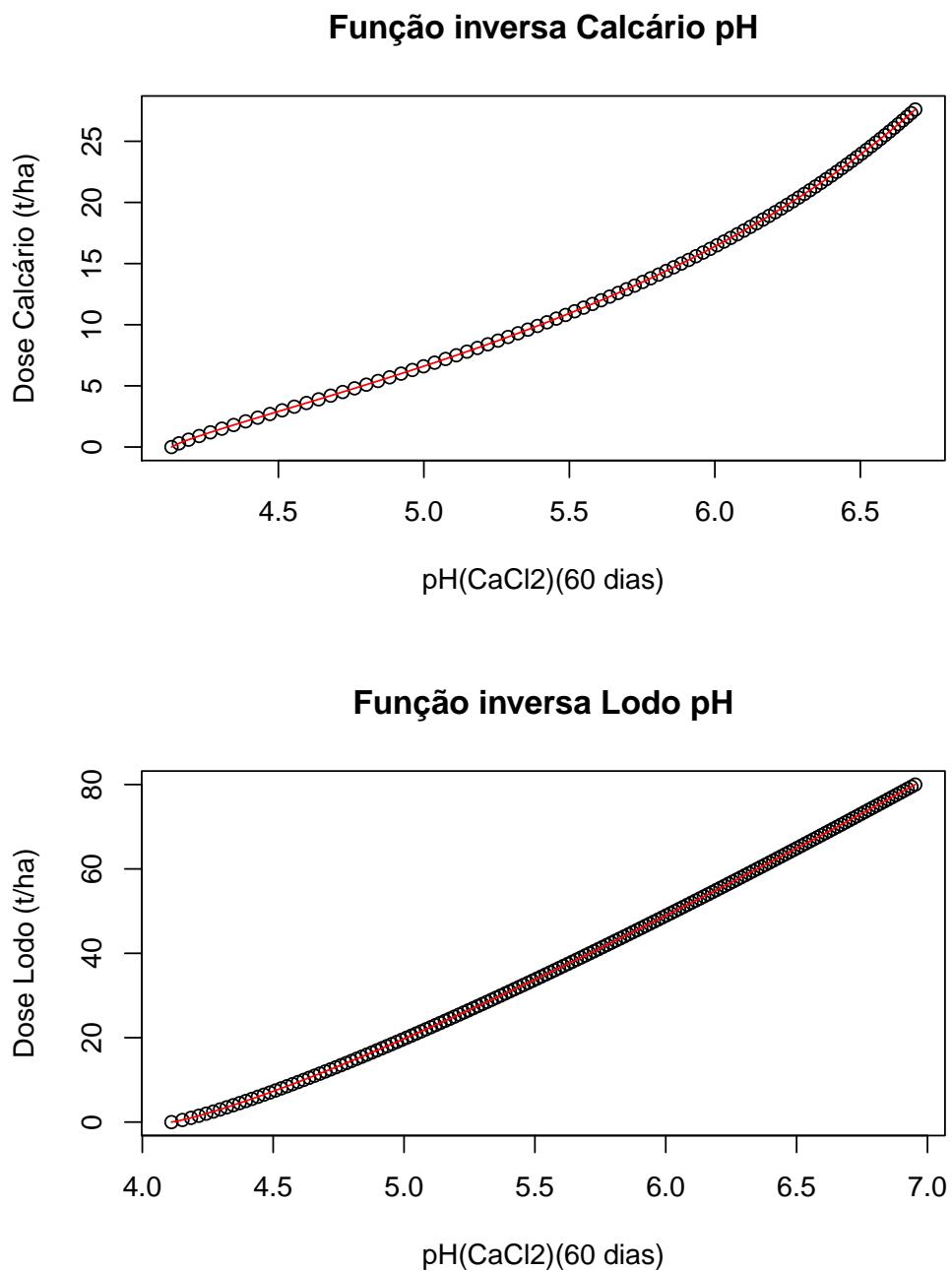


Figura 18: Função inversa das repostas (Pinhais)

Corespondência entre função e sua inversa

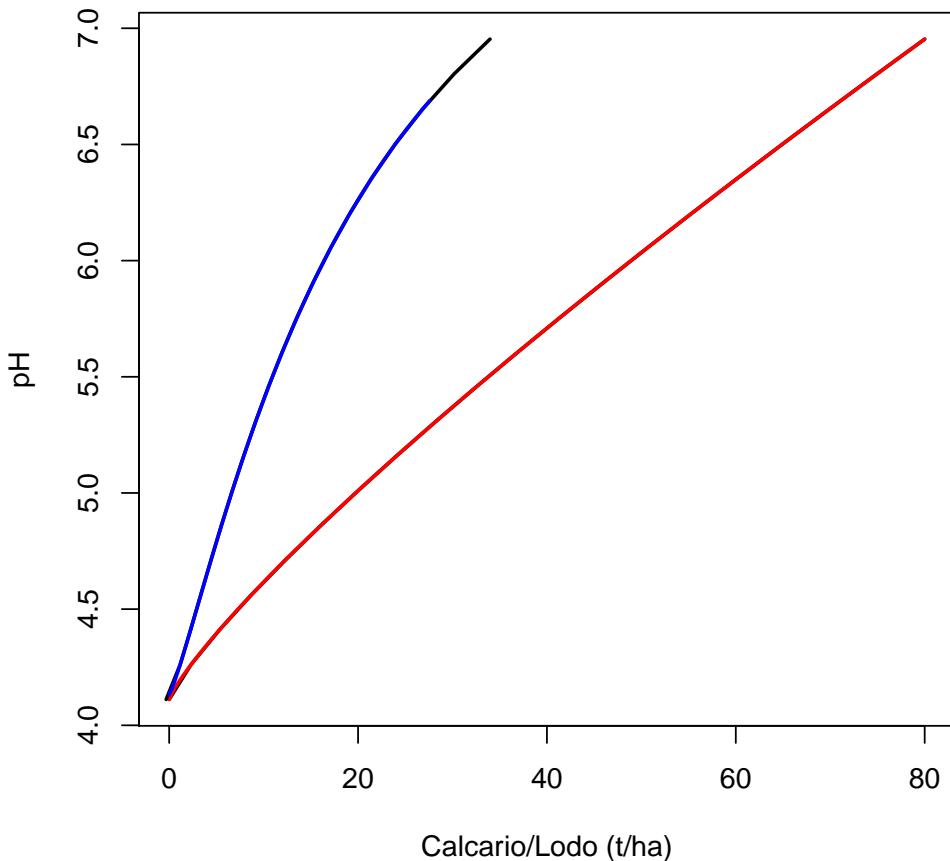
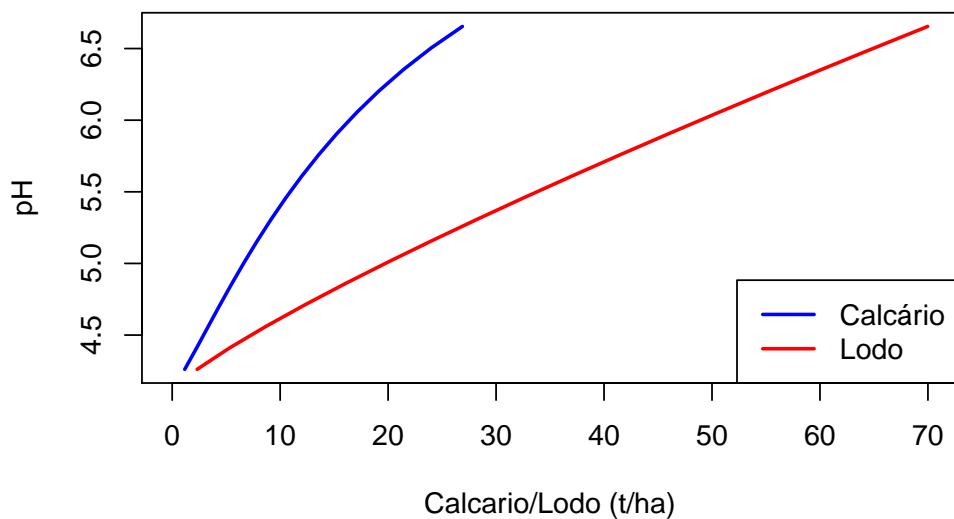


Figura 19: Correspondencia entre função e sua inversa (Pinhais)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50	7.29	2.91	2.51
6	4.75	13.26	4.71	2.81
7	5.00	19.74	6.61	2.99
8	5.25	26.60	8.66	3.07
9	5.50	33.78	10.93	3.09
10	5.75	41.23	13.48	3.06
11	6.00	48.92	16.40	2.98
12	6.25	56.81	19.82	2.87
13	6.50	64.90	23.91	2.71
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 6: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Pinhais)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

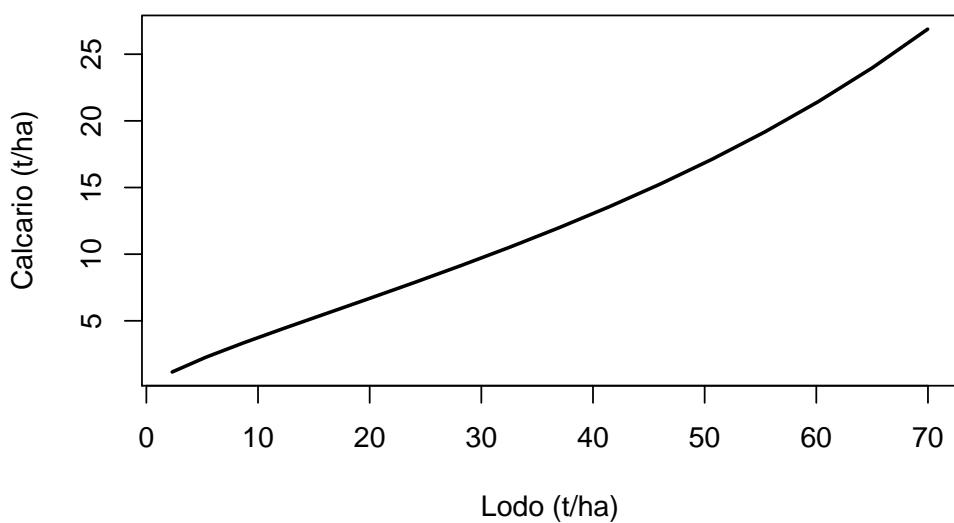


Figura 20: Correspondência no intervalo em comum (Pinhais)

3 Pato Branco

3.1 Lodo

3.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.49	0.10	29.41	0.0000
DoseL	4	114.04	28.51	8552.78	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.12	0.06	16.86	0.0000
Residuals	60	0.20	0.00		

Tabela 7: Análise de variância para Pato Branco (Lodo x tempo)

3.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 11.36355 4.27207 2.660 0.0222 *  
b 0.91916 0.07837 11.728 1.47e-07 ***  
c 228.75428 147.26039 1.553 0.1486  
f 3.96595 0.02850 139.177 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.04949 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: NA

$$R^2 = 0.998$$

3.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 6.022e+00 8.171e-01 7.370 1.03e-10 ***  
b 1.213e+00 9.391e-02 12.918 < 2e-16 ***  
c 7.328e+01 1.599e+01 4.583 1.56e-05 ***  
q 2.016e-03 6.096e-04 3.307 0.00139 **  
f 2.797e+00 3.676e-02 76.106 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1387 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: 6.596e-07

$$R^2 = 0.986$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

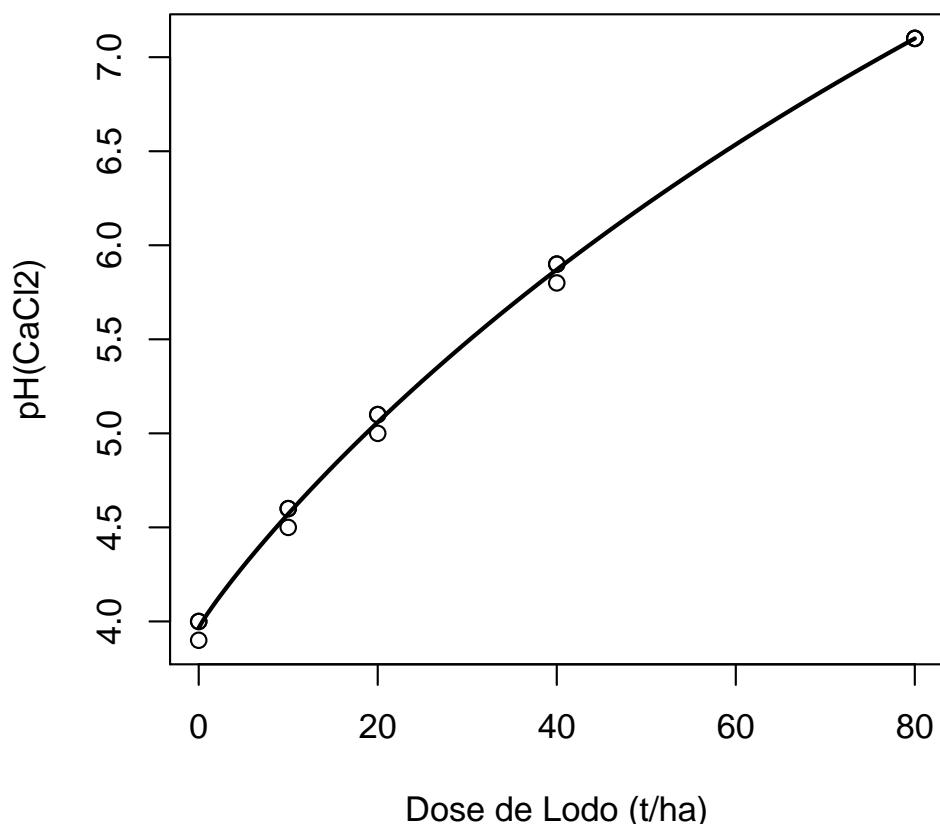


Figura 21: Resposta em função do Lodo (Pato Branco)

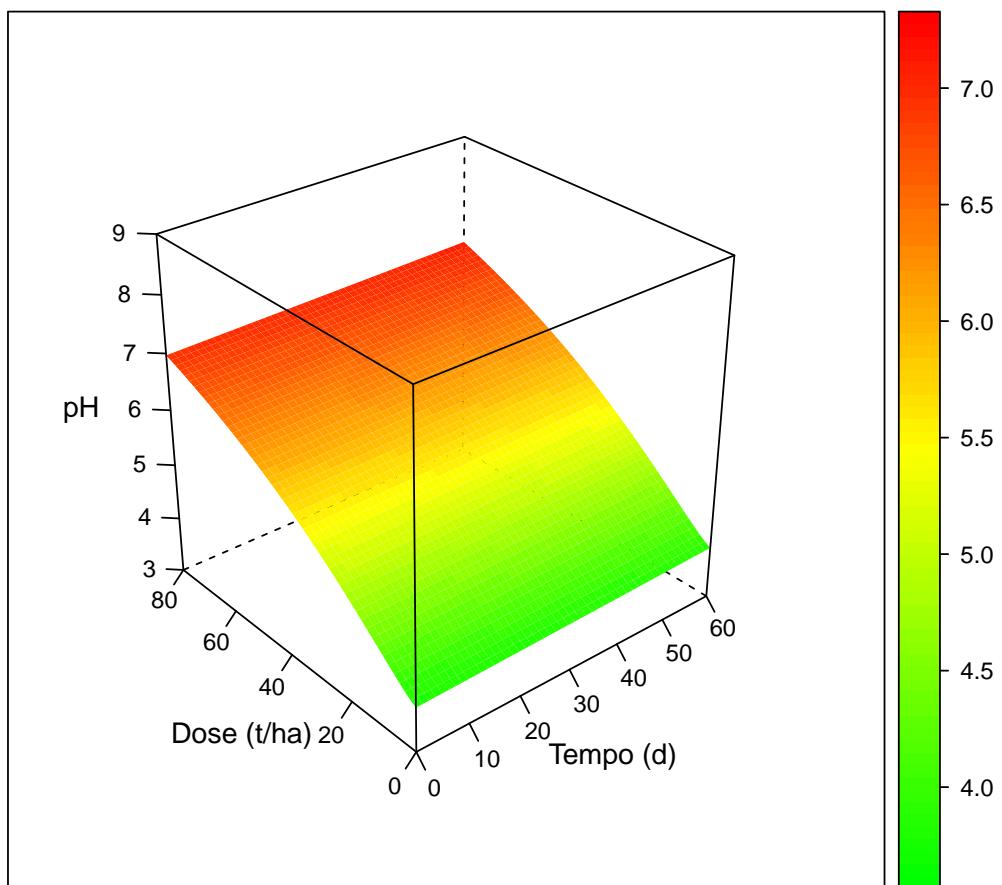


Figura 22: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pato Branco)

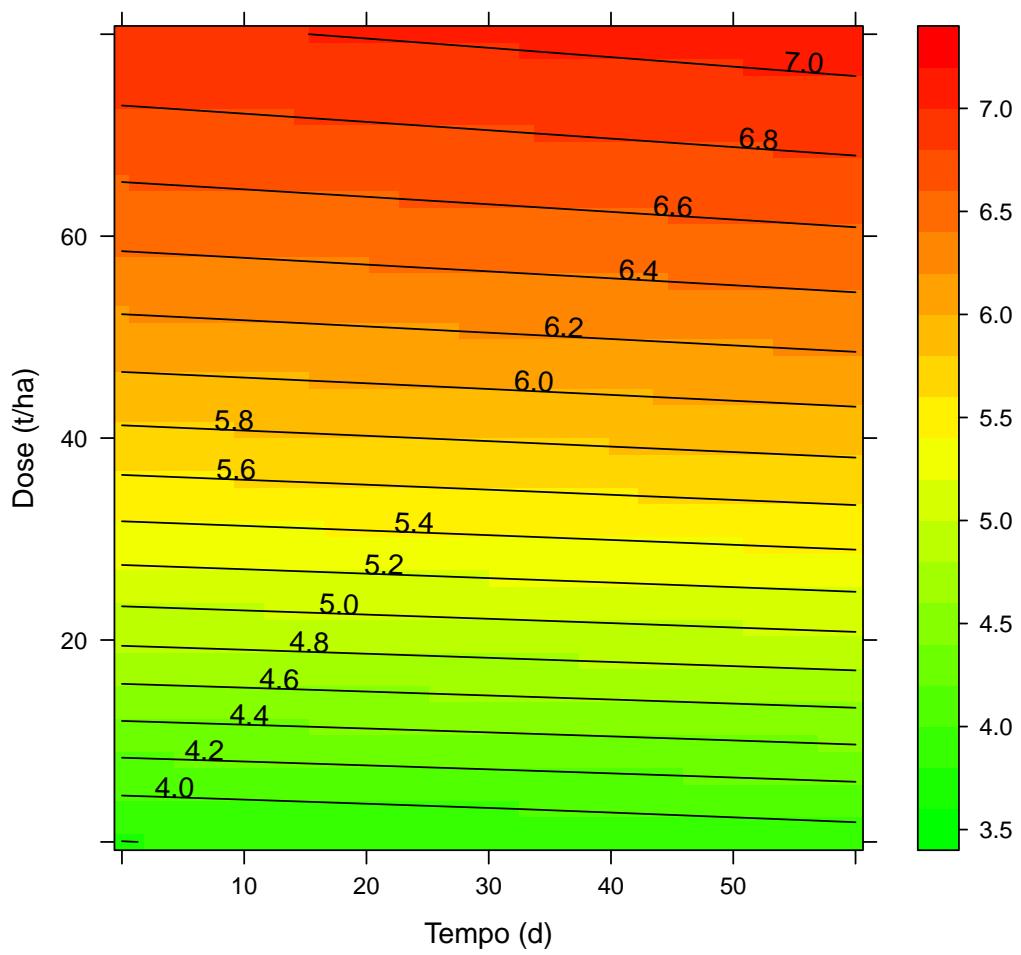


Figura 23: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Pato Branco)

3.2 Calcario

3.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	9.62	1.92	1018.98	0.0000
DoseC	4	47.62	11.91	6302.74	0.0000
Tempo:DoseC	20	4.21	0.21	111.48	0.0000
Residuals	60	0.11	0.00		

Tabela 8: Análise de variância para Pato Branco (Calcário x tempo)

3.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 5.41253   0.77796  6.957 2.40e-05 ***
b 1.15100   0.08662 13.287 4.05e-08 ***
c 23.70481   5.63819  4.204  0.00147 **
f 4.10085   0.02150 190.765 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.03725 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.999$$

3.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.921e+00  1.822e+00  2.151 0.034283 *
b 1.145e+00  3.075e-01  3.724 0.000352 ***
c 2.146e+01  1.696e+01  1.265 0.209249
q 1.047e-02  6.577e-04 15.920 < 2e-16 ***
f 2.538e+00  6.452e-02 39.331 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.2481 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 6

Achieved convergence tolerance: 9.317e-07

$$R^2 = 0.915$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

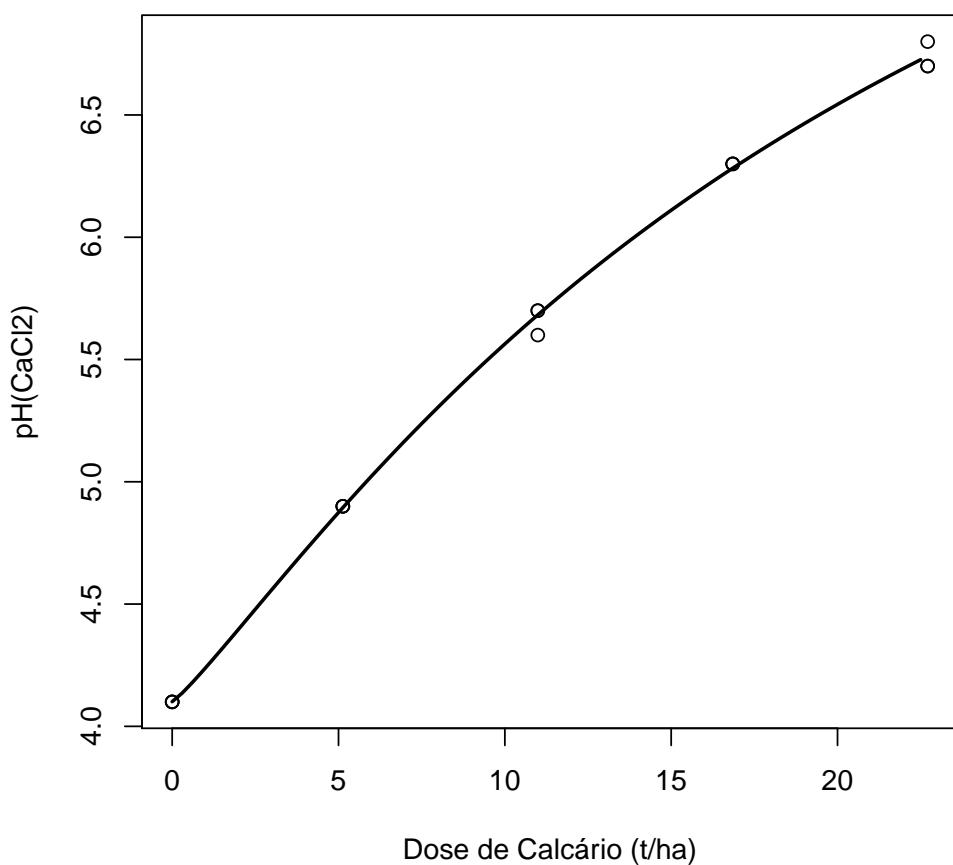


Figura 24: Resposta em função do Calcario (Pato Branco)

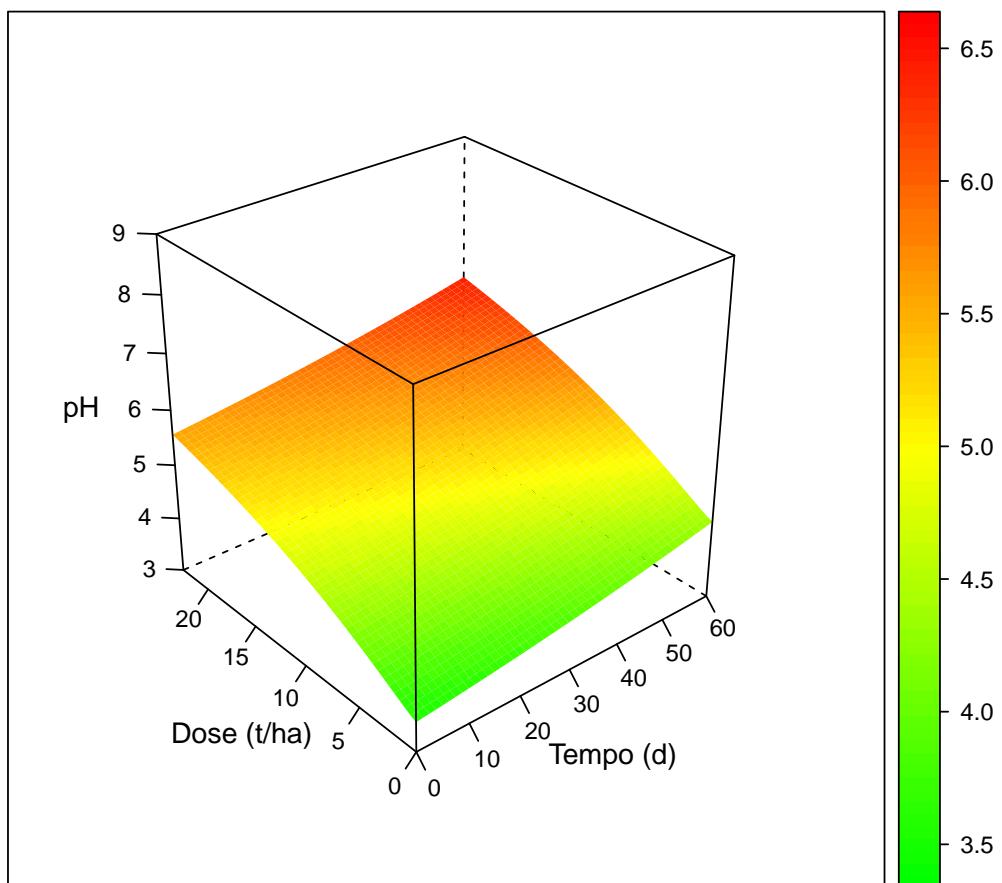


Figura 25: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Pato Branco)

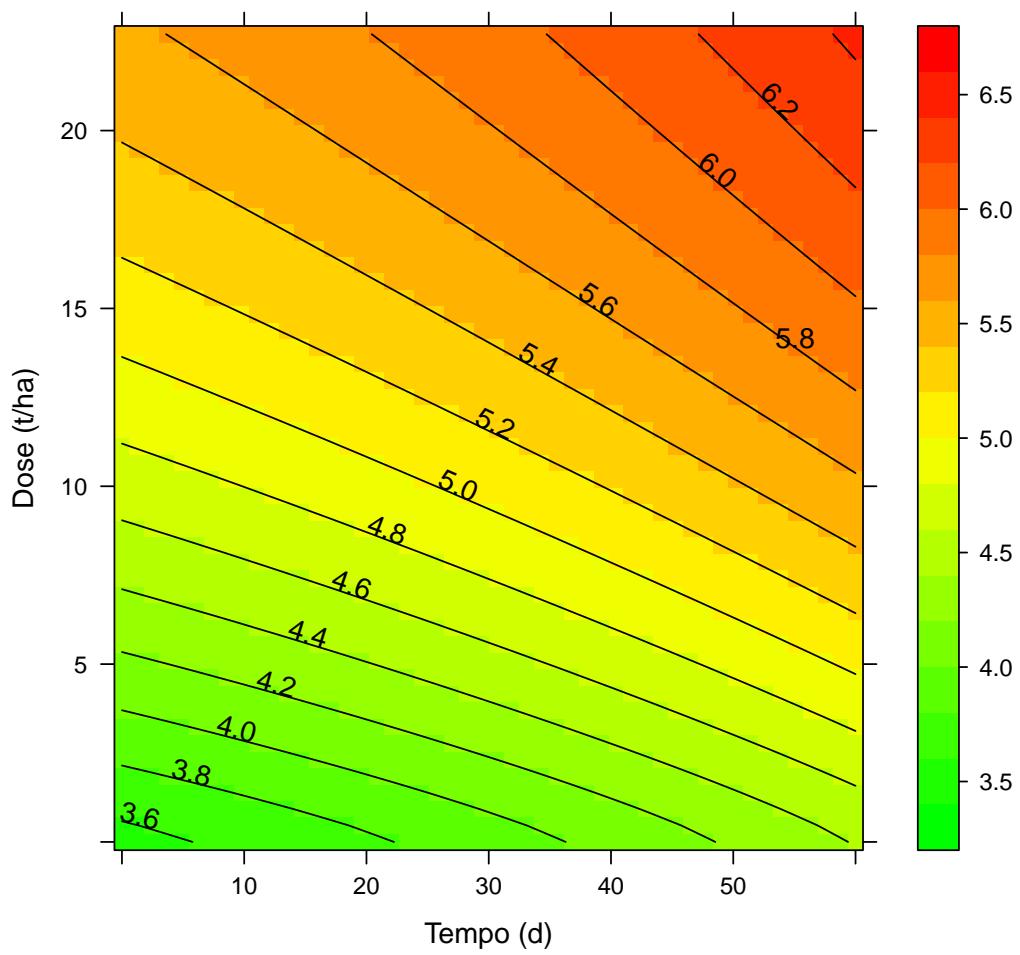


Figura 26: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Pato Branco)

3.3 Taxa Maxima e correspondencia

3.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a  6.02241   0.85721   7.026 4.72e-10 ***
b  1.21307   0.09852  12.313 < 2e-16 ***
c 73.27904   16.77217   4.369 3.47e-05 ***
f  3.85218   0.03402 113.242 < 2e-16 ***
---
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1455 on 86 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: 4.652e-06

$R^2 = 0.984$

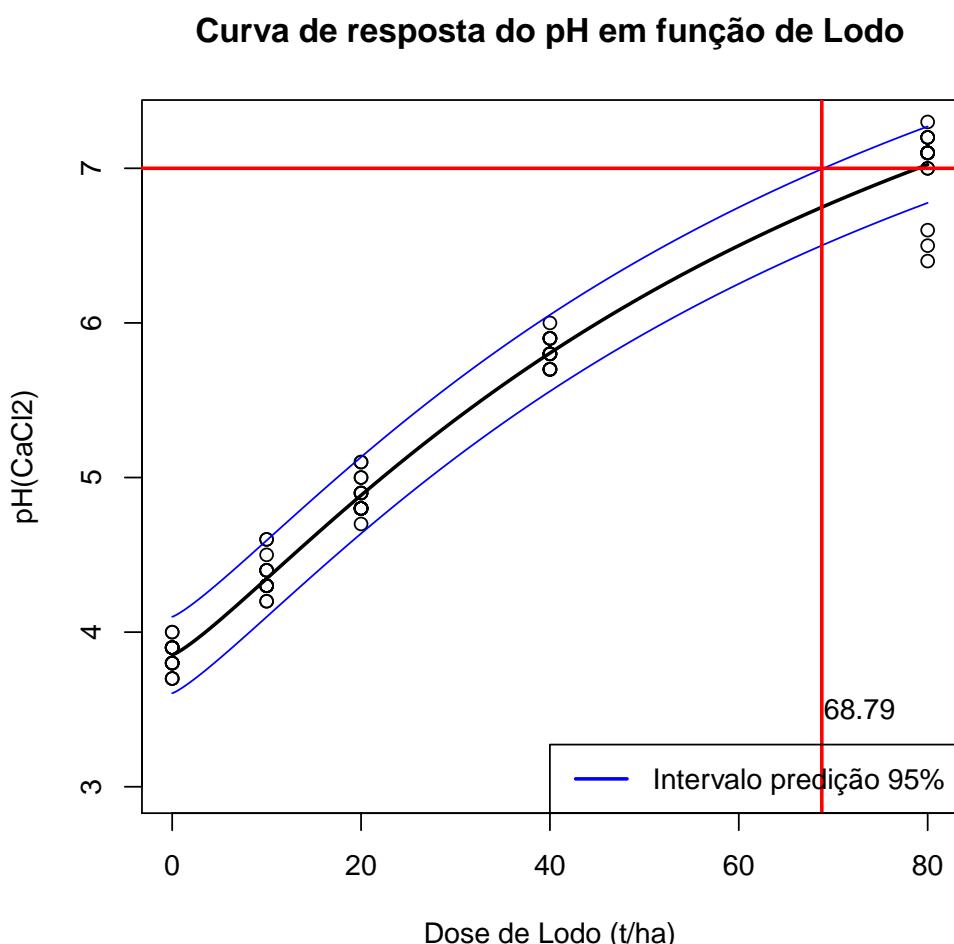


Figura 27: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Pato Branco)

3.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

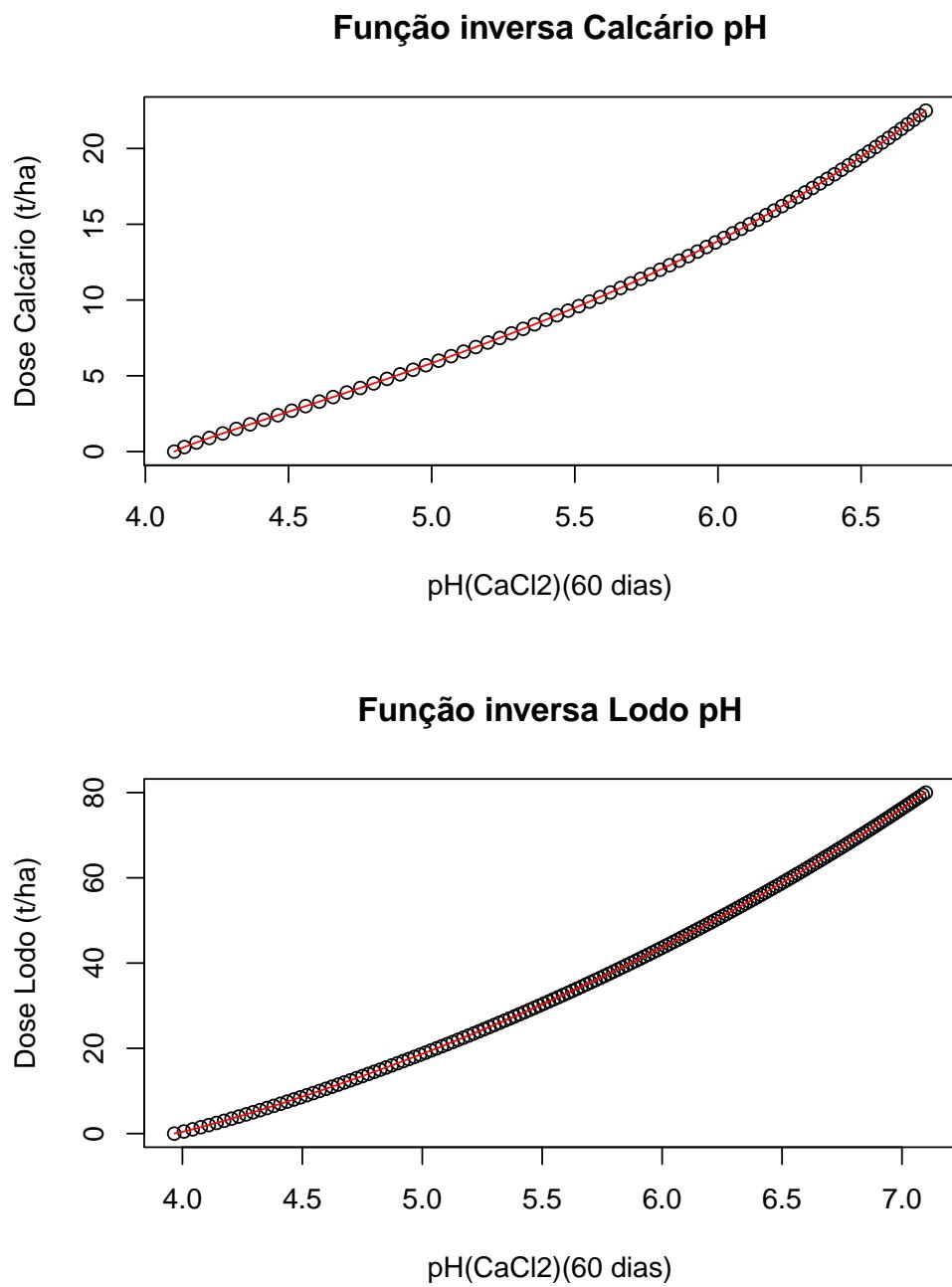


Figura 28: Função inversa das repostas (Pato Branco)

Corespondência entre função e sua inversa

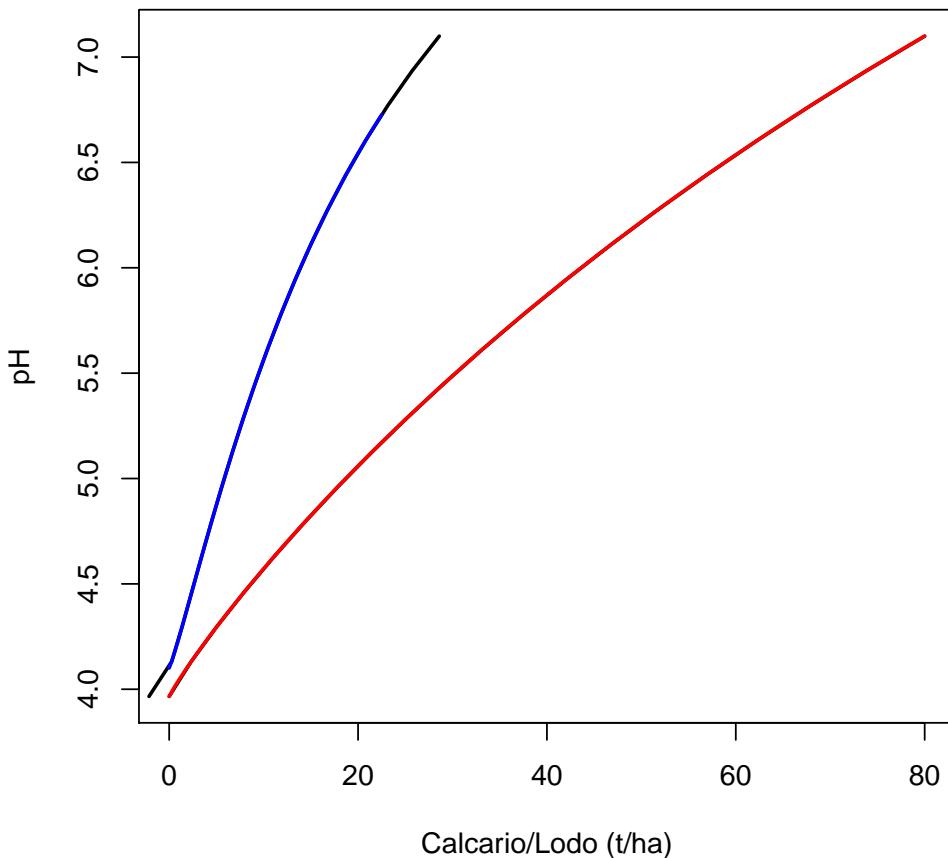
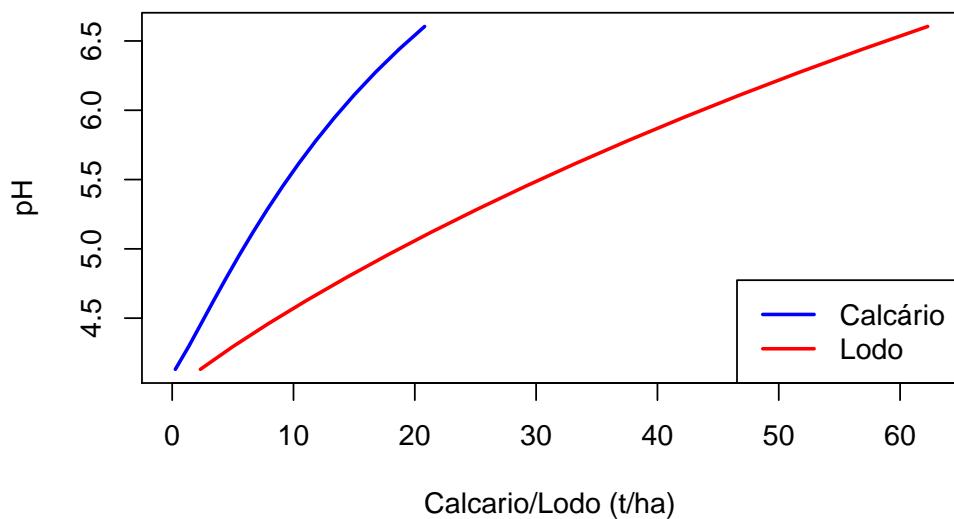


Figura 29: Correspondencia entre função e sua inversa (Pato Branco)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25	4.25	1.07	3.98
5	4.50	8.66	2.63	3.29
6	4.75	13.49	4.20	3.21
7	5.00	18.70	5.84	3.21
8	5.25	24.31	7.59	3.20
9	5.50	30.32	9.49	3.20
10	5.75	36.75	11.58	3.17
11	6.00	43.62	13.89	3.14
12	6.25	50.97	16.49	3.09
13	6.50	58.83	19.45	3.03
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 9: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Pato Branco)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

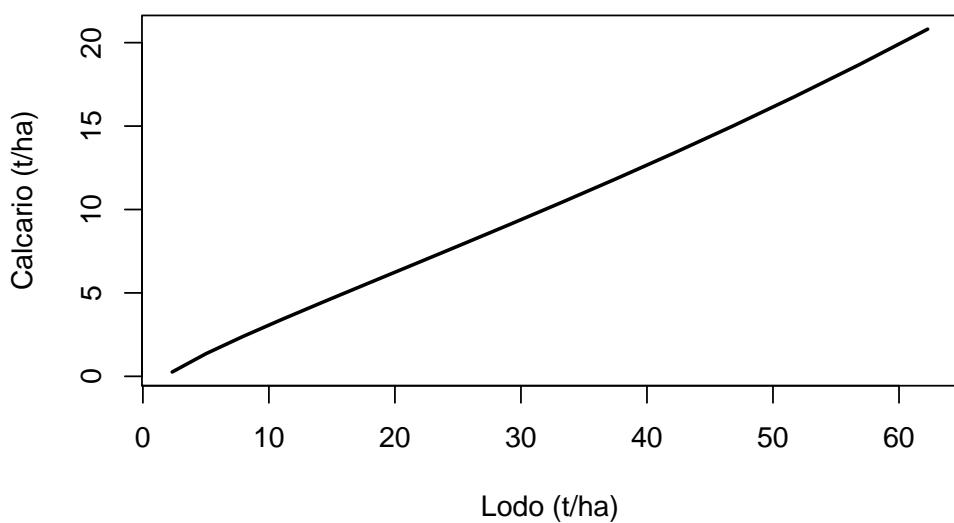


Figura 30: Correspondência no intervalo em comun (Pato Branco)

4 LapaAT

4.1 Lodo

4.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.91	0.38	44.05	0.0000
DoseL	4	92.67	23.17	2673.04	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.48	0.07	8.54	0.0000
Residuals	60	0.52	0.01		

Tabela 10: Análise de variância para LapaAT (Lodo x tempo)

4.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.45083 0.48231 9.228 1.64e-06 ***  
b 1.28226 0.12329 10.401 4.99e-07 ***  
c 46.60694 8.43797 5.523 0.00018 ***  
f 4.69824 0.04258 110.333 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.07427 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 2

Achieved convergence tolerance: 6.038e-06

$$R^2 = 0.996$$

4.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.657e+00 7.289e-01 6.389 8.53e-09 ***  
b 1.190e+00 1.417e-01 8.396 9.02e-13 ***  
c 5.364e+01 1.467e+01 3.657 0.000441 ***  
q 2.534e-03 8.769e-04 2.889 0.004899 **  
f 3.617e+00 5.455e-02 66.311 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2057 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 8

Achieved convergence tolerance: 7.273e-06

$$R^2 = 0.963$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

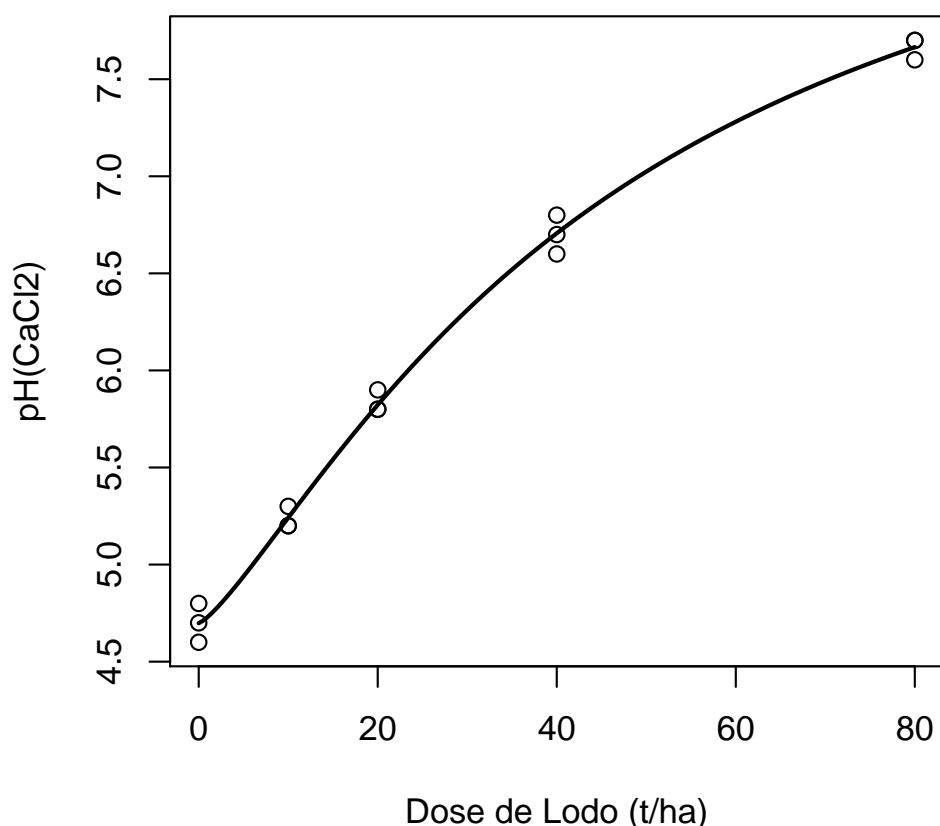


Figura 31: Resposta em função do Lodo (LapaAT)

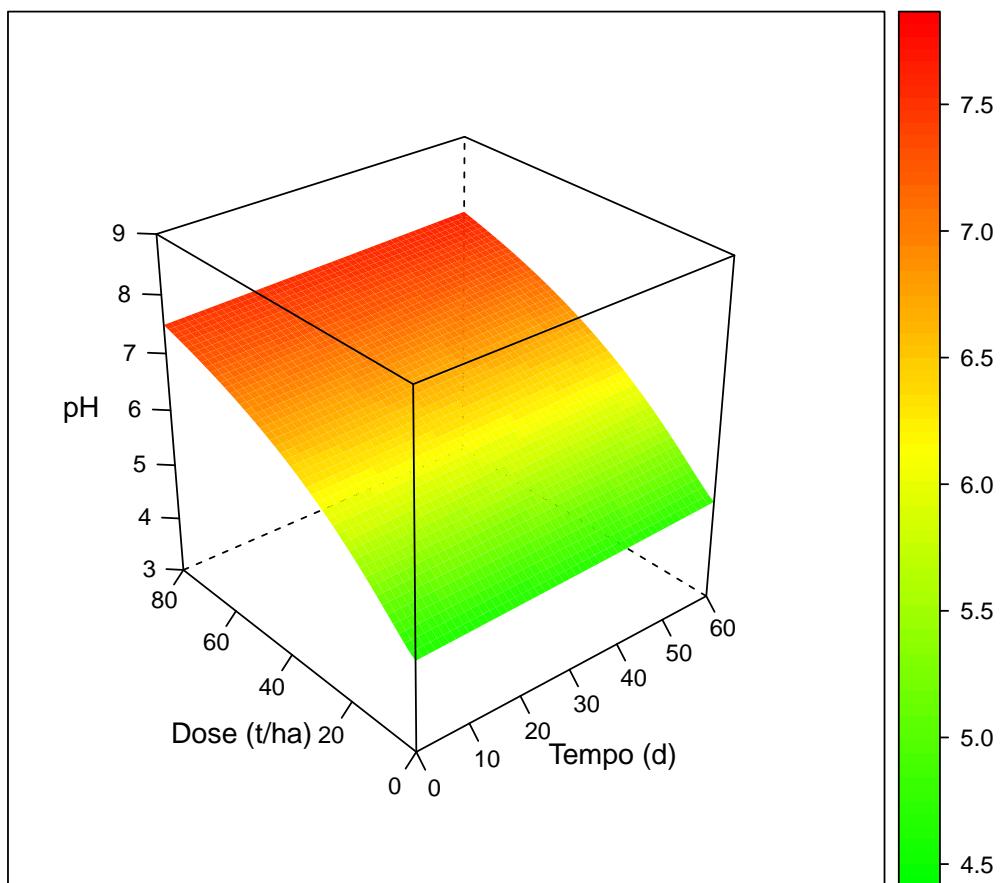


Figura 32: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (LapaAT)

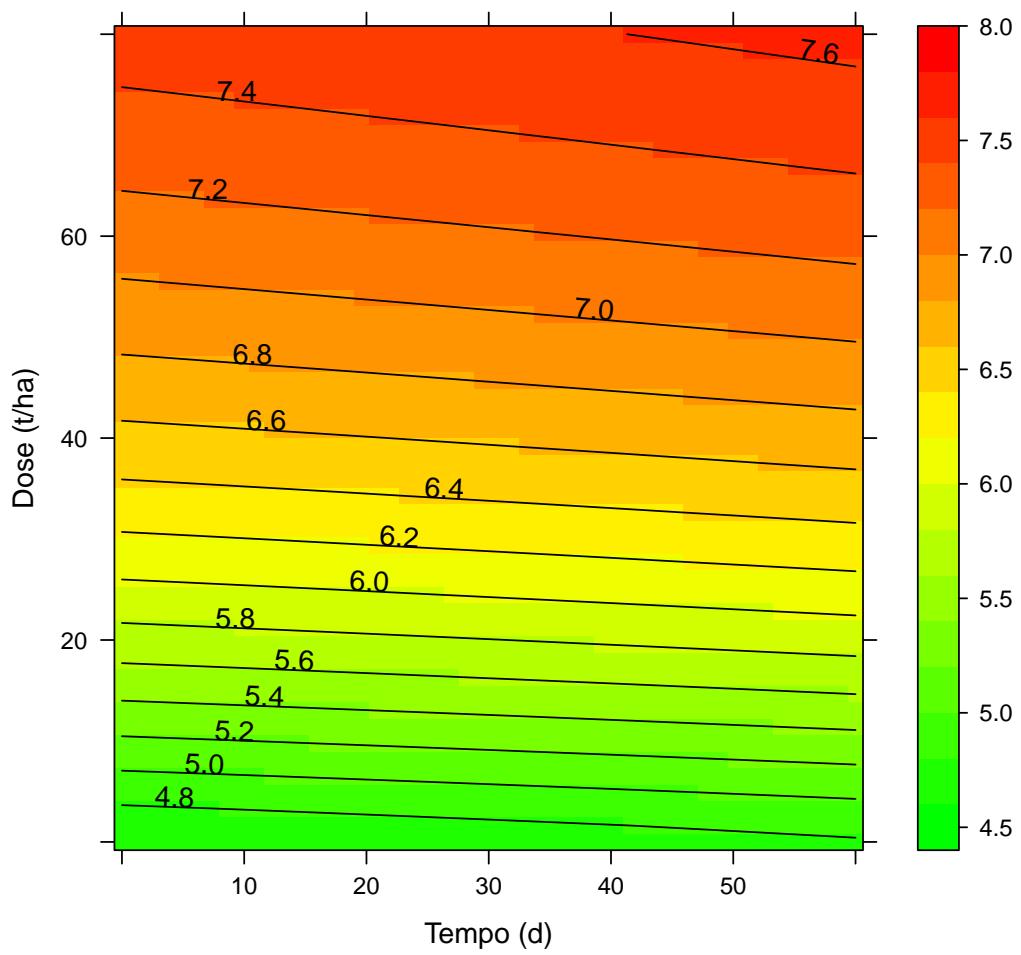


Figura 33: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Lapa AT)

4.2 Calcario

4.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	6.34	1.27	356.60	0.0000
DoseC	4	69.66	17.42	4898.31	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.57	0.13	36.19	0.0000
Residuals	60	0.21	0.00		

Tabela 11: Análise de variância para LapaAT (Calcário x tempo)

4.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.67890 0.09456 28.329 1.24e-11 ***
b 1.11851 0.32523 3.439 0.005533 **
c 1.03081 0.20638 4.995 0.000406 ***
f 4.73335 0.02648 178.767 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.04586 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 2

Achieved convergence tolerance: 2.629e-06

$$R^2 = 0.998$$

4.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.946e+00 3.135e+00 1.258 0.212
b 4.178e-01 3.542e-01 1.179 0.242
c 6.594e+00 2.569e+01 0.257 0.798
q 7.973e-03 7.204e-04 11.067 <2e-16 ***
f 3.490e+00 6.126e-02 56.973 <2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2339 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.941$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

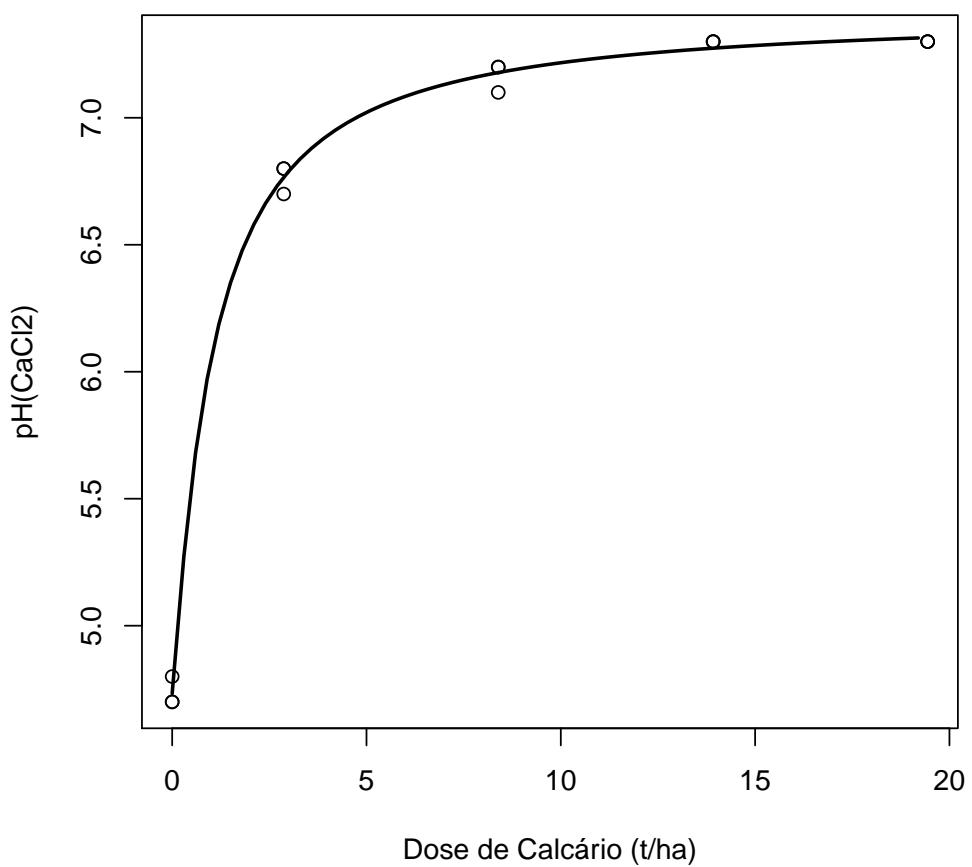


Figura 34: Resposta em função do Calcario (LapaAT)

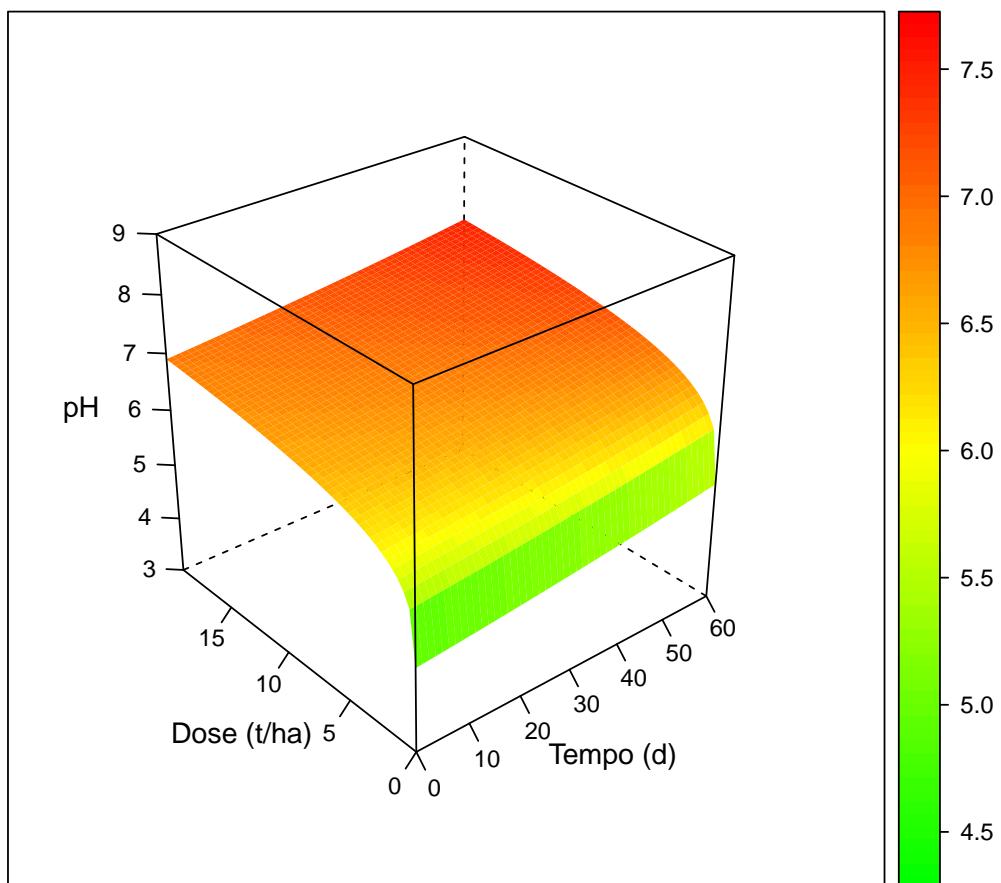


Figura 35: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaAT)

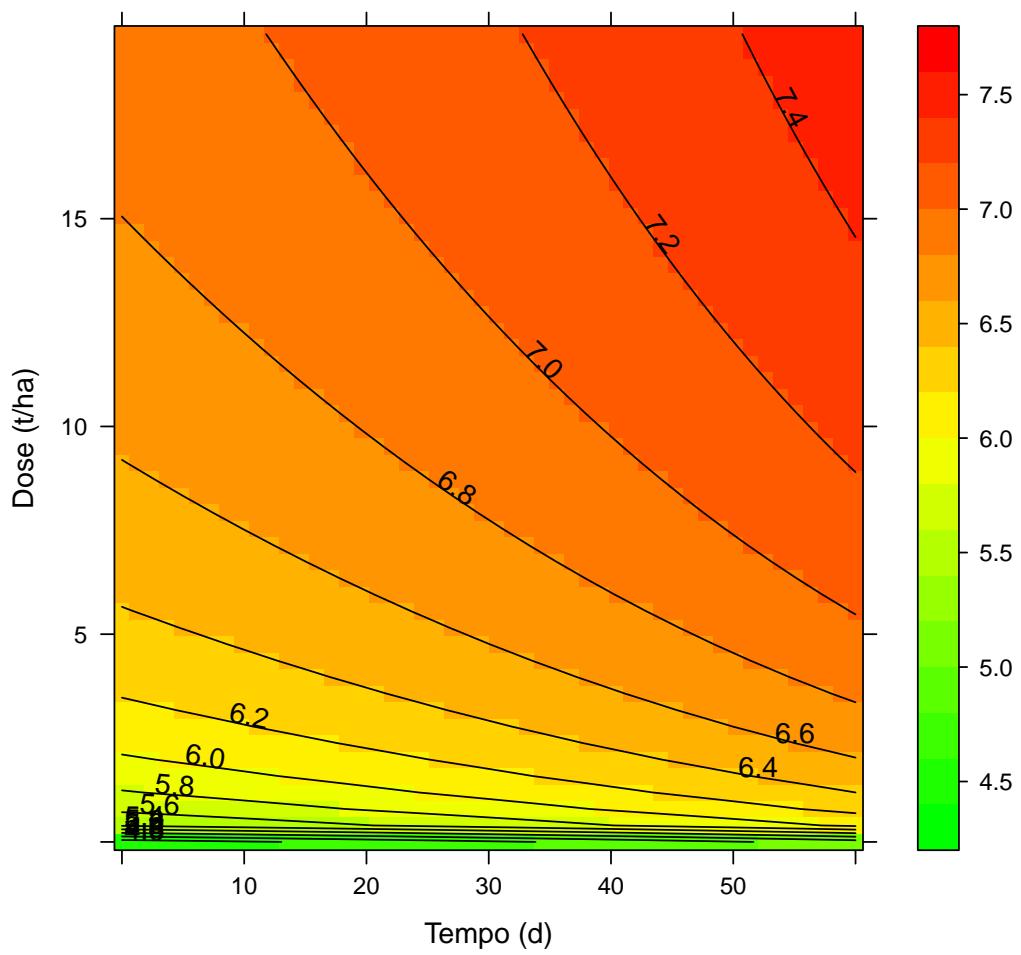


Figura 36: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaAT)

4.3 Taxa Maxima e correspondencia

4.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	4.65708	0.75599	6.160	2.26e-08 ***
b	1.19008	0.14702	8.094	3.41e-12 ***
c	53.63755	15.21051	3.526	0.000678 ***
f	4.68704	0.05003	93.678	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2134 on 86 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 3

Achieved convergence tolerance: 9.525e-06

$R^2 = 0.959$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

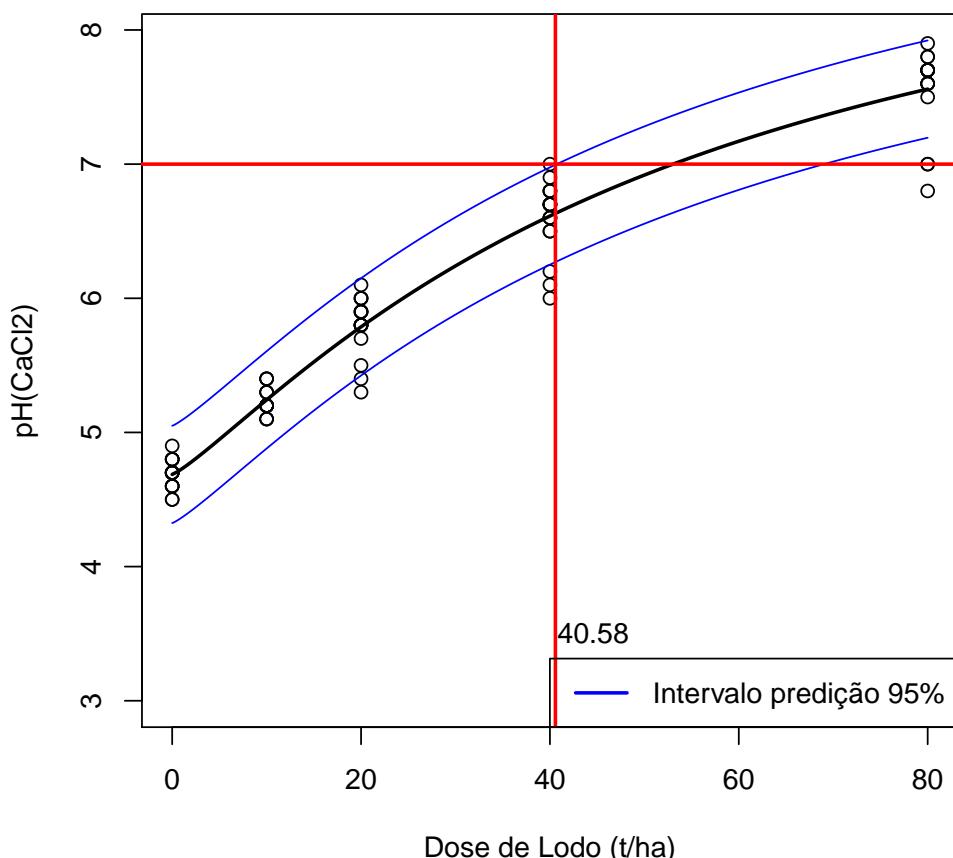


Figura 37: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (LapaAT)

4.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

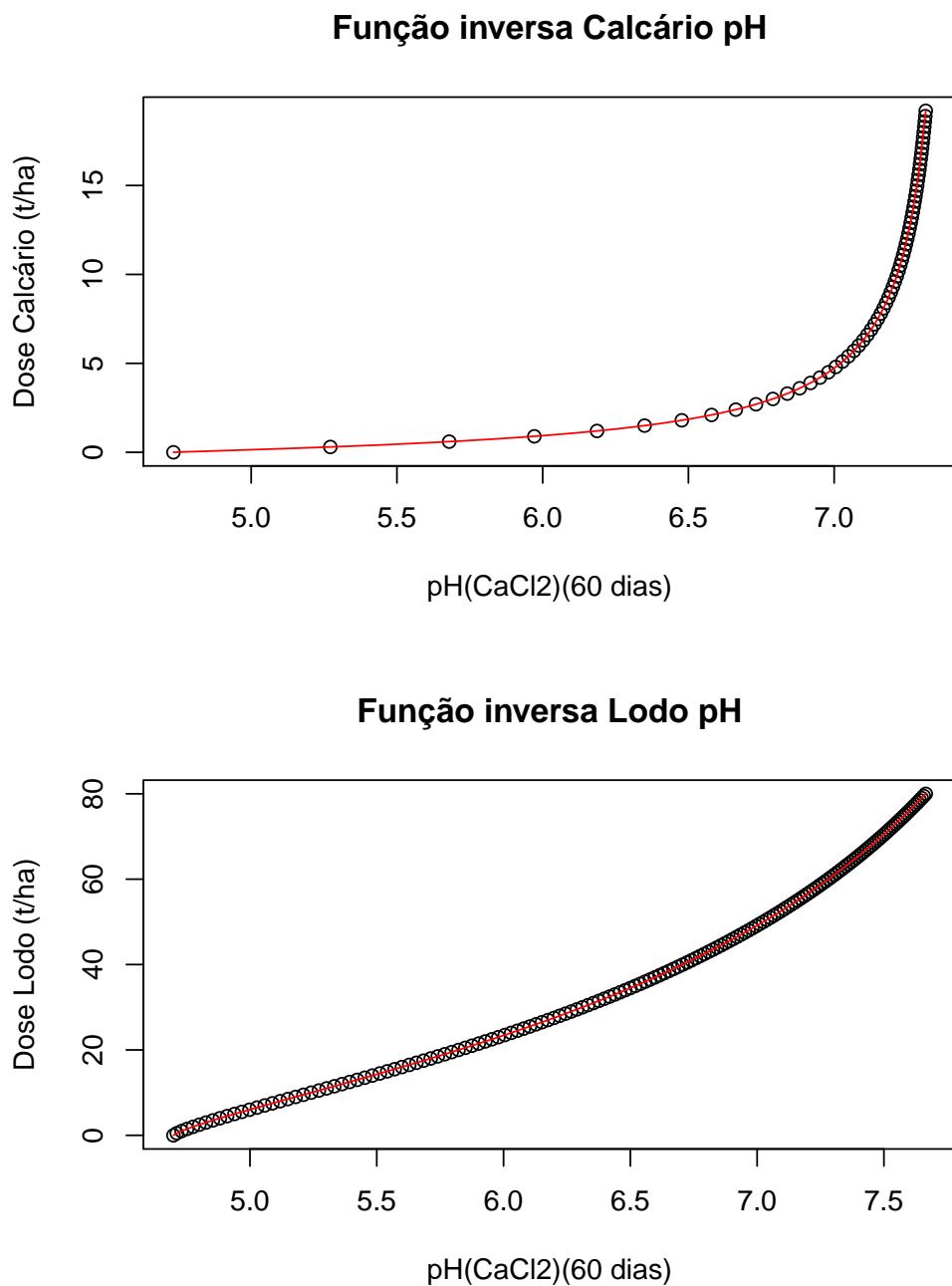


Figura 38: Função inversa das repostas (LapaAT)

Corespondência entre função e sua inversa

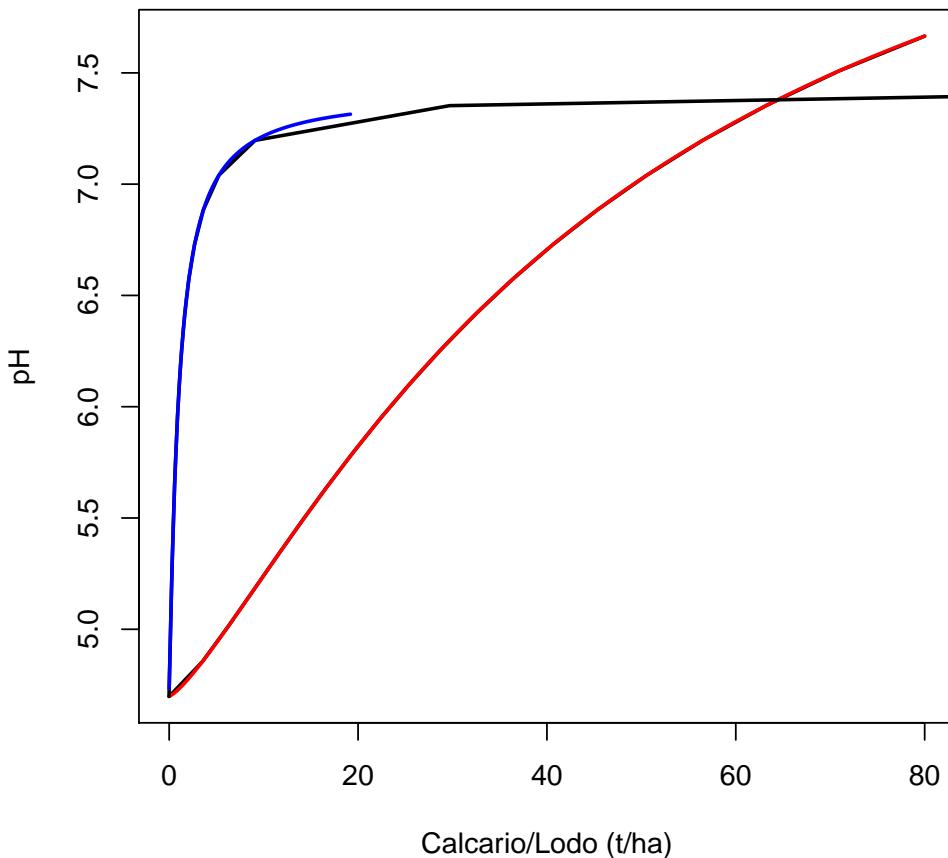
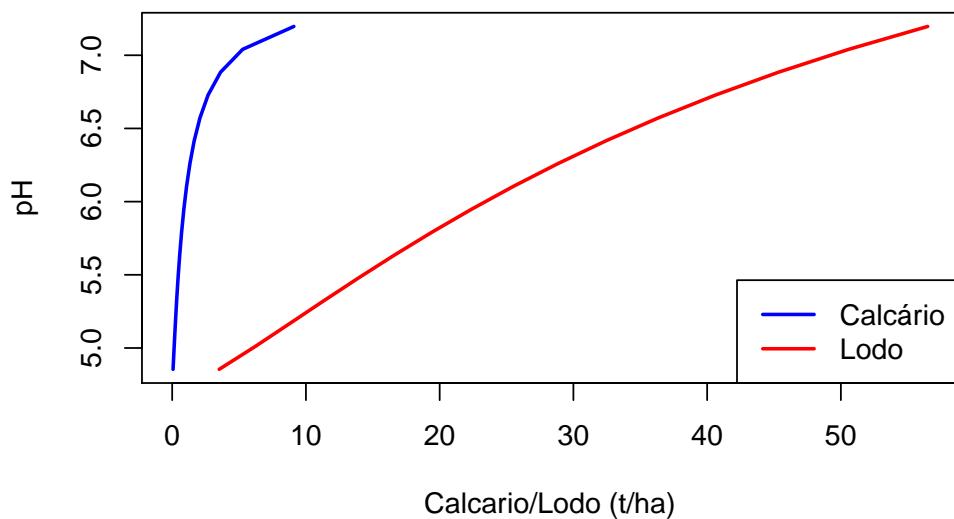


Figura 39: Correspondencia entre função e sua inversa (LapaAT)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00	6.04	0.14	41.99
8	5.25	10.14	0.29	35.38
9	5.50	14.30	0.46	31.42
10	5.75	18.67	0.66	28.11
11	6.00	23.40	0.94	25.02
12	6.25	28.63	1.31	21.89
13	6.50	34.51	1.86	18.53
14	6.75	41.26	2.79	14.78
15	7.00	49.17	4.70	10.46

Tabela 12: Equivalencia entre Calcário e Lodo (LapaAT)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

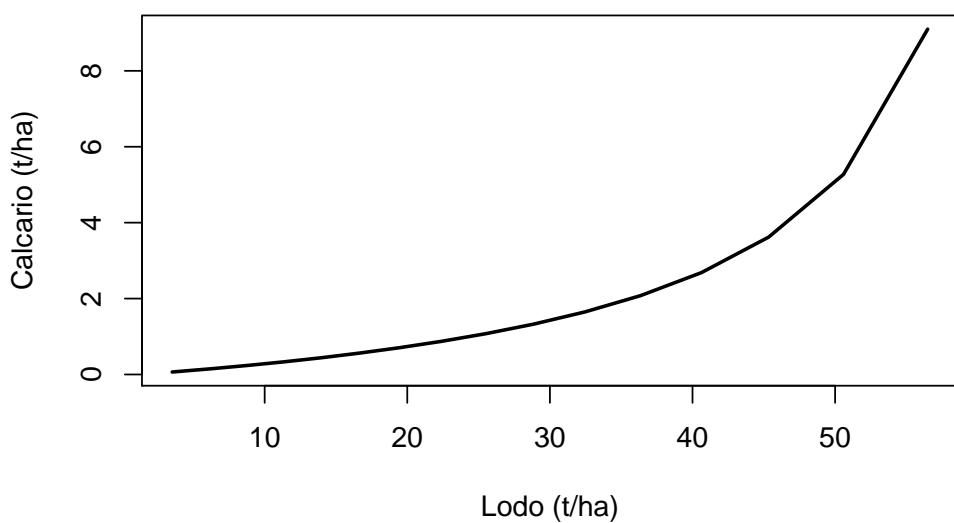


Figura 40: Correspondência no intervalo em comum (LapaAT)

5 LapaXI

5.1 Lodo

5.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.88	0.38	15.64	0.0000
DoseL	4	128.08	32.02	1328.00	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.26	0.06	2.62	0.0021
Residuals	60	1.45	0.02		

Tabela 13: Análise de variância para LapaXI (Lodo x tempo)

5.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.0628 0.5371 7.564 1.11e-05 ***  
b 1.3026 0.2704 4.817 0.000539 ***  
c 24.0973 5.7402 4.198 0.001491 **  
f 4.6792 0.1120 41.783 1.80e-13 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1944 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.981$

5.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.562e+00 4.217e-01 10.817 < 2e-16 ***  
b 1.139e+00 1.250e-01 9.114 3.17e-14 ***  
c 3.122e+01 5.698e+00 5.480 4.27e-07 ***  
q 3.240e-03 9.299e-04 3.485 0.000782 ***  
f 3.562e+00 6.035e-02 59.022 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2275 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.967$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

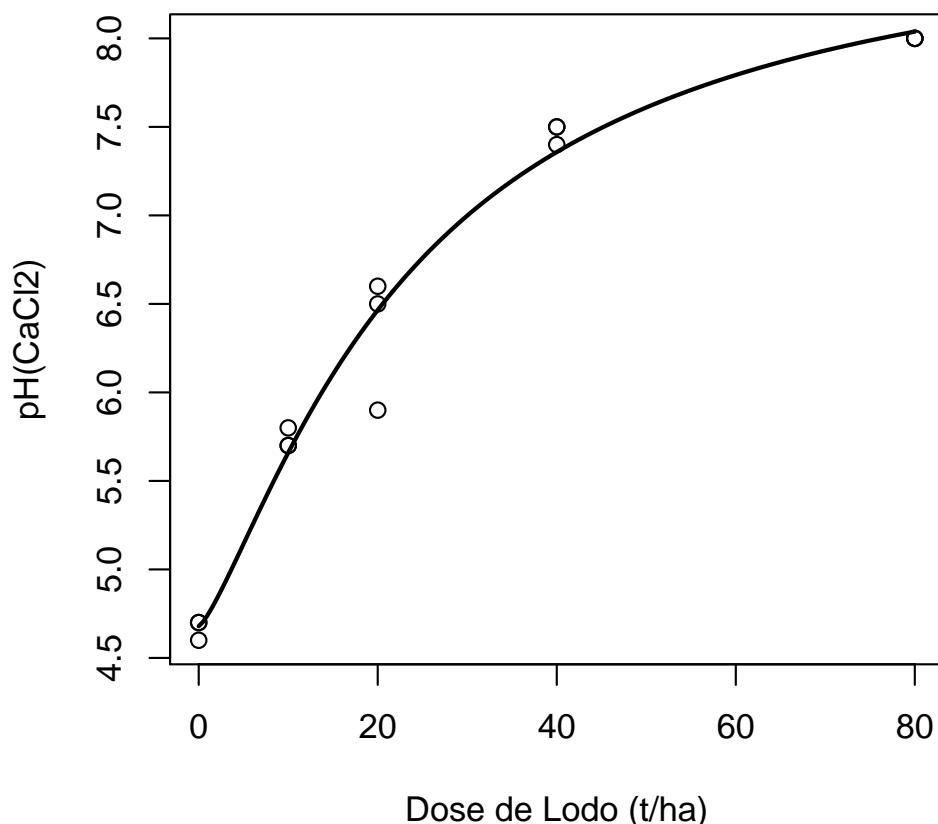


Figura 41: Resposta em função do Lodo (LapaXI)

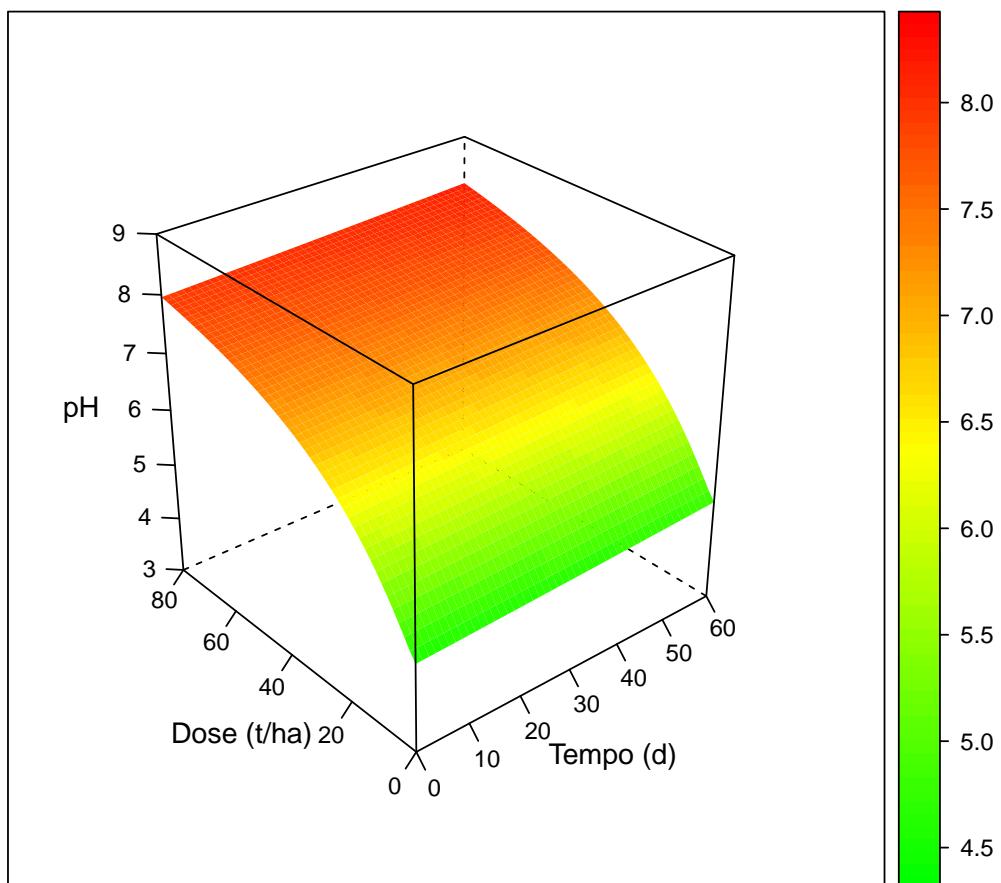


Figura 42: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (LapaXI)

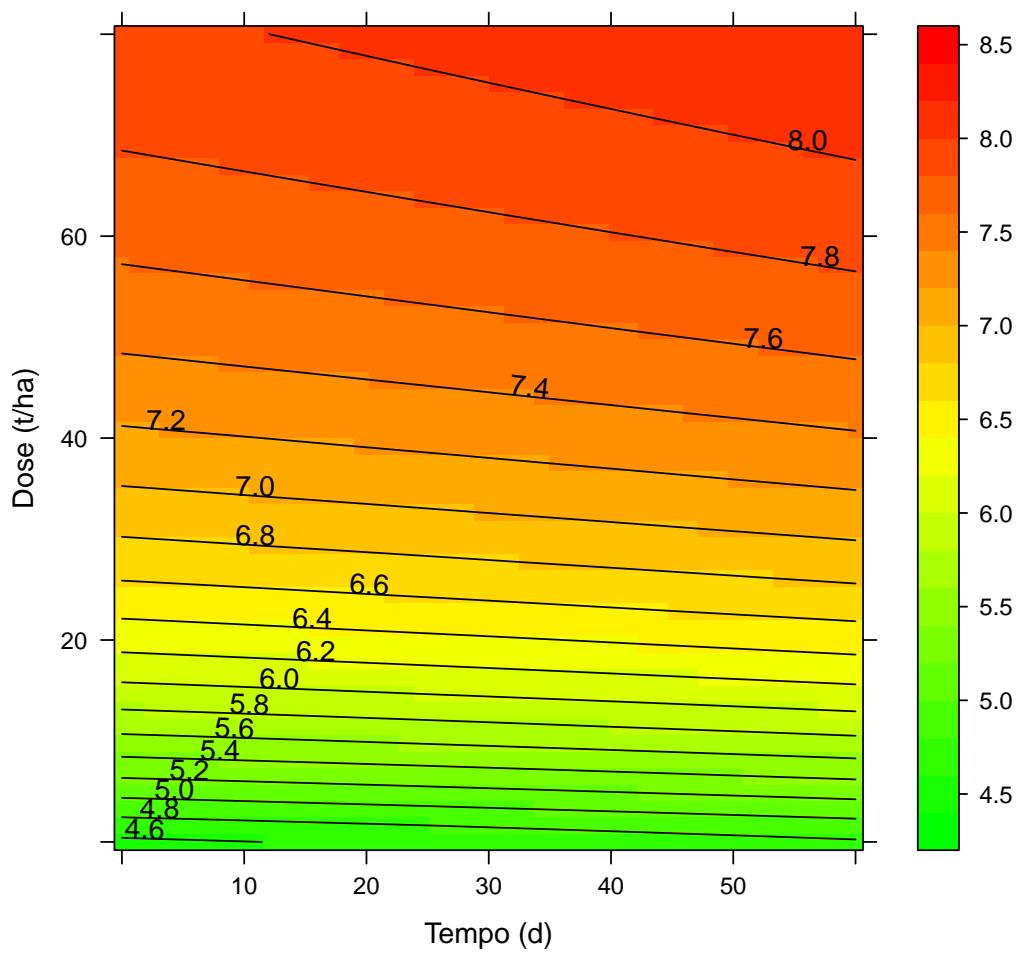


Figura 43: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (LapaXI)

5.2 Calcario

5.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	6.34	1.27	356.60	0.0000
DoseC	4	69.66	17.42	4898.31	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.57	0.13	36.19	0.0000
Residuals	60	0.21	0.00		

Tabela 14: Análise de variância para LapaXI (Calcário x tempo)

5.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.67890 0.09456 28.329 1.24e-11 ***
b 1.11851 0.32523 3.439 0.005533 **
c 1.03081 0.20638 4.995 0.000406 ***
f 4.73335 0.02648 178.767 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.04586 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 2

Achieved convergence tolerance: 2.629e-06

$$R^2 = 0.998$$

5.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.946e+00 3.135e+00 1.258 0.212
b 4.178e-01 3.542e-01 1.179 0.242
c 6.594e+00 2.569e+01 0.257 0.798
q 7.973e-03 7.204e-04 11.067 <2e-16 ***
f 3.490e+00 6.126e-02 56.973 <2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2339 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 2

Achieved convergence tolerance: 8.398e-06

$$R^2 = 0.941$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

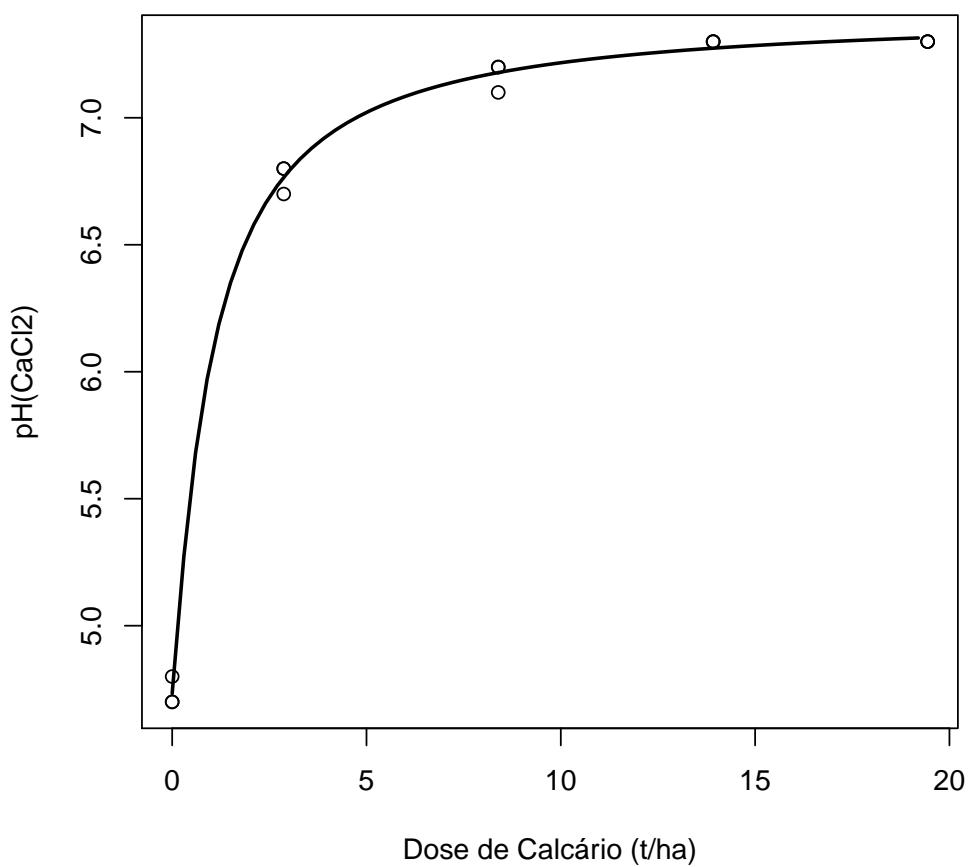


Figura 44: Resposta em função do Calcario (LapaXI)

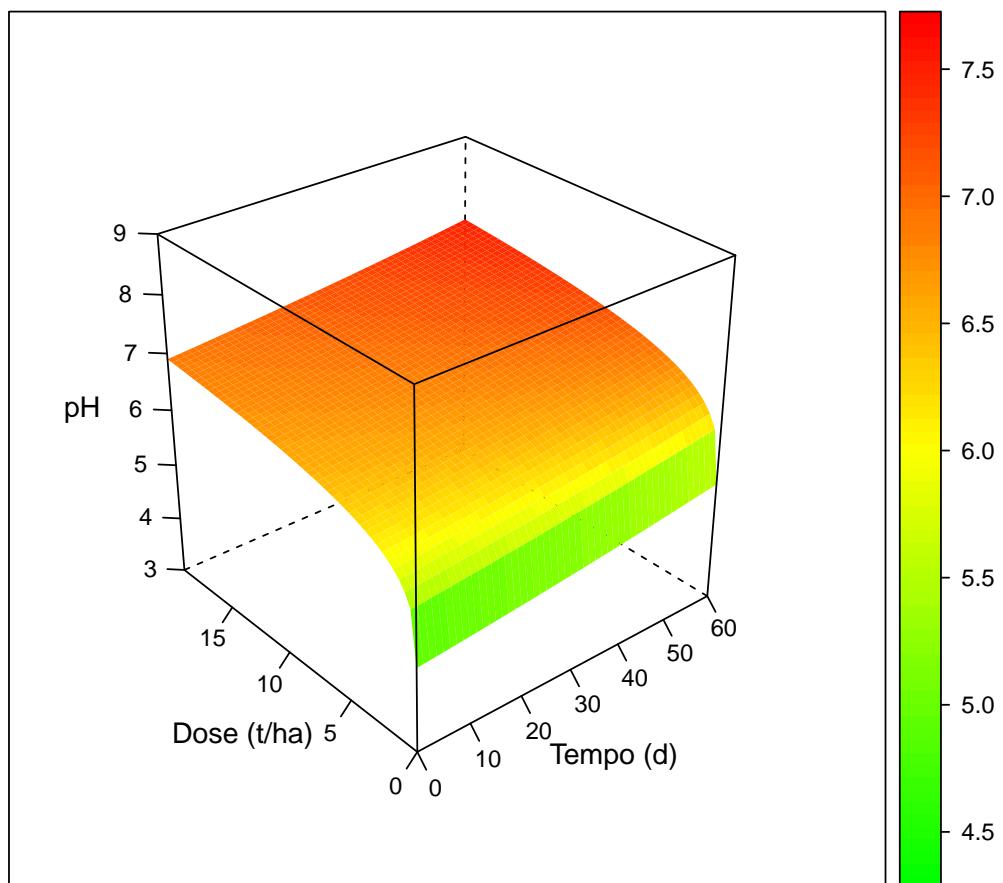


Figura 45: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (LapaXI)

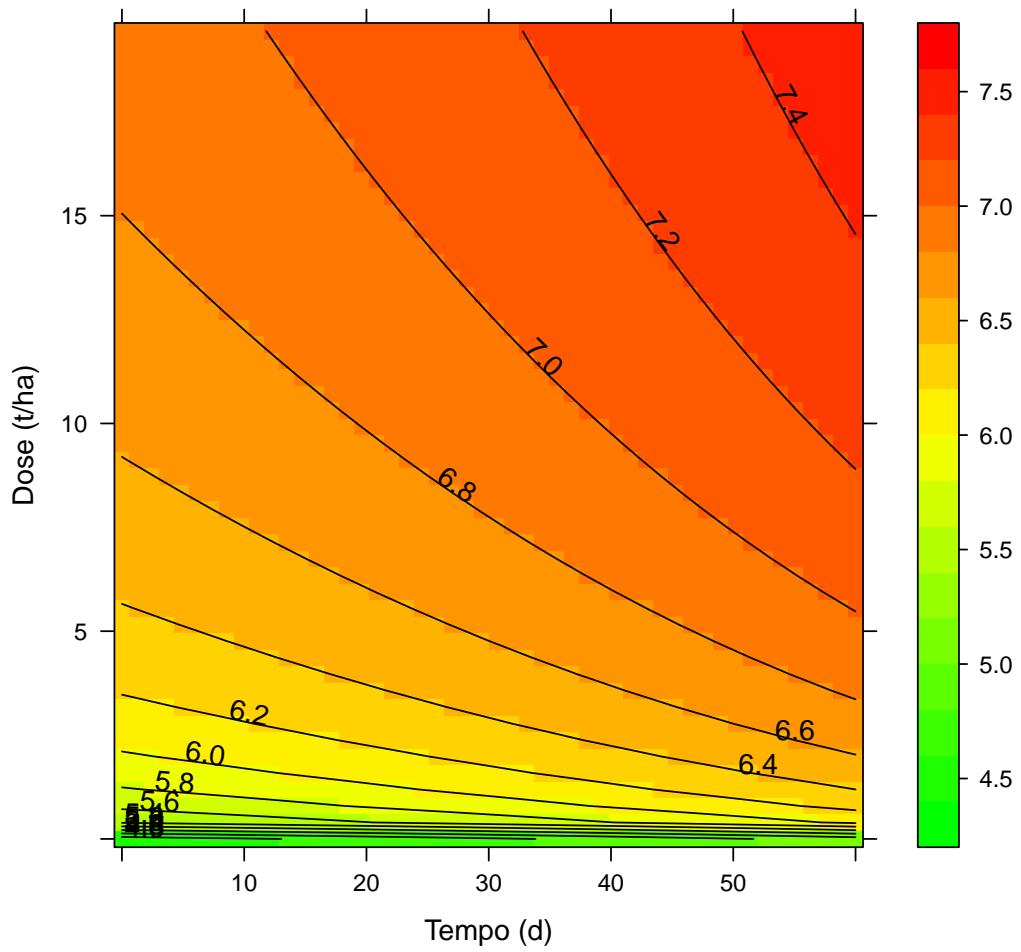


Figura 46: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcareo (LapaXI)

5.3 Taxa Maxima e correspondencia

5.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 4.56153   0.44442 10.264 < 2e-16 ***
b 1.13906   0.13170  8.649 2.55e-13 ***
c 31.22412   6.00500  5.200 1.33e-06 ***
f 4.65274   0.05642 82.469 < 2e-16 ***
---
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2398 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.963$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

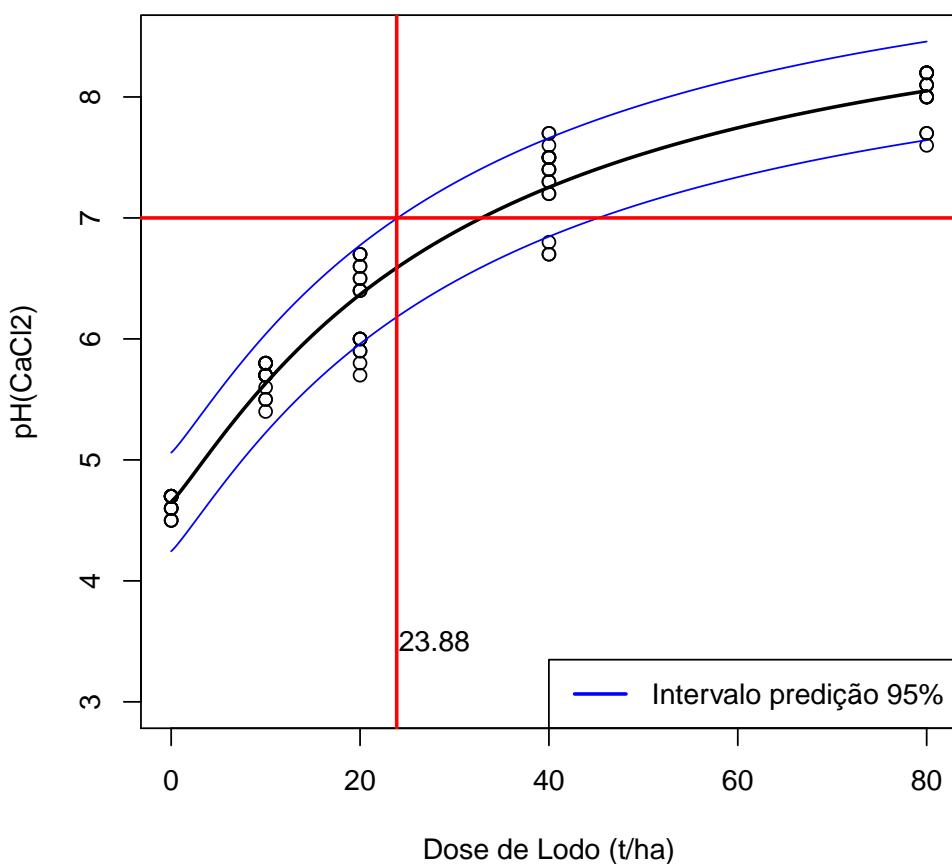
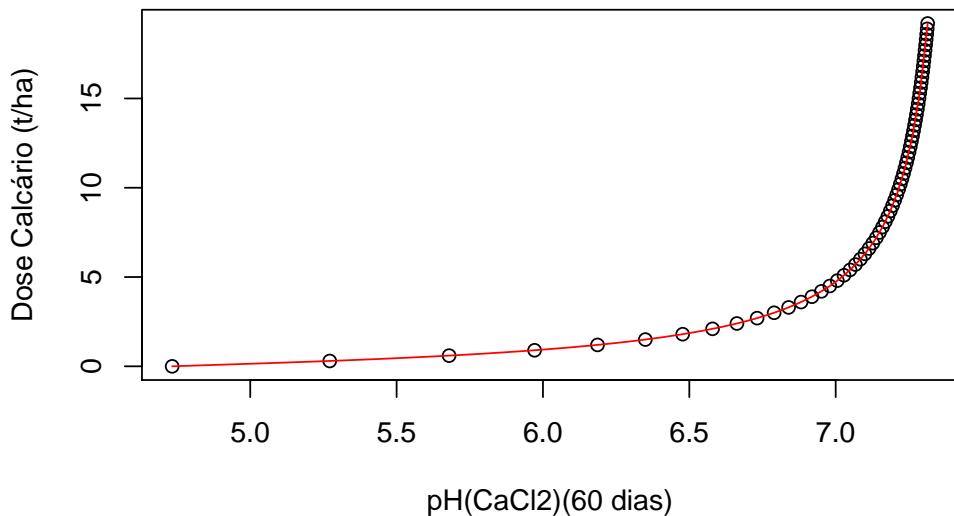


Figura 47: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (LapaXI)

5.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

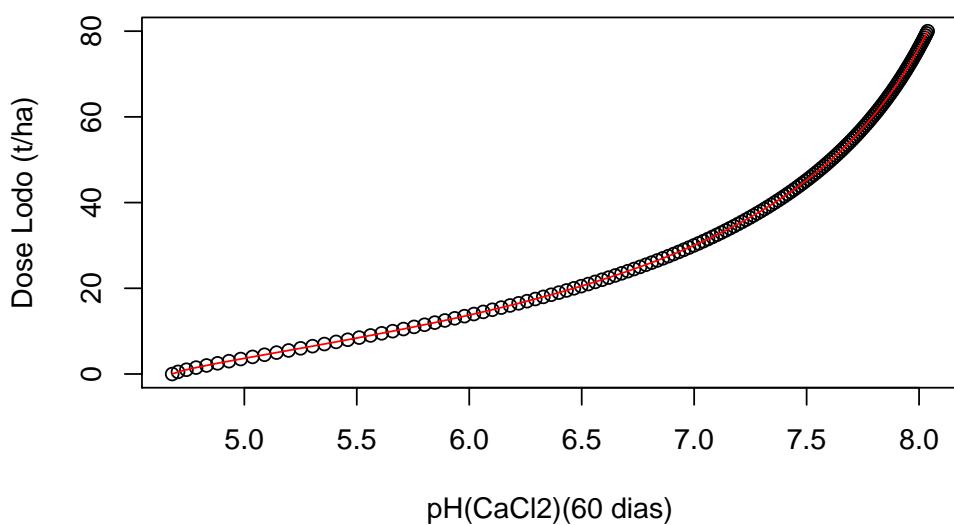


Figura 48: Função inversa das repostas (LapaXI)

Corespondência entre função e sua inversa

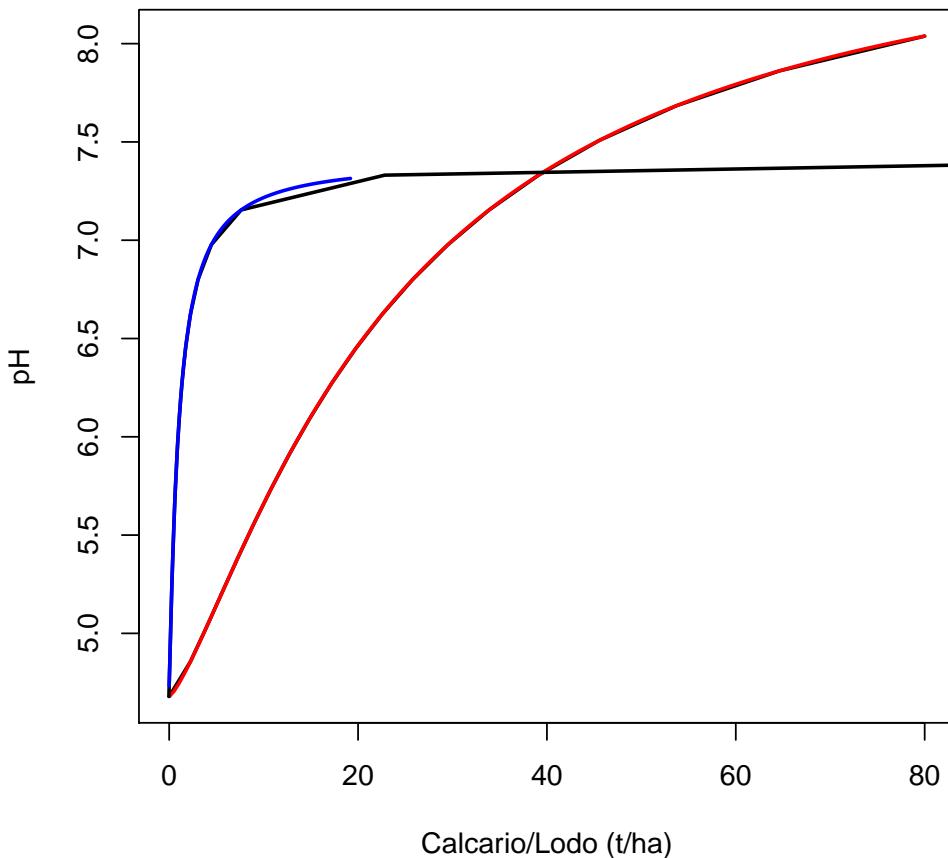
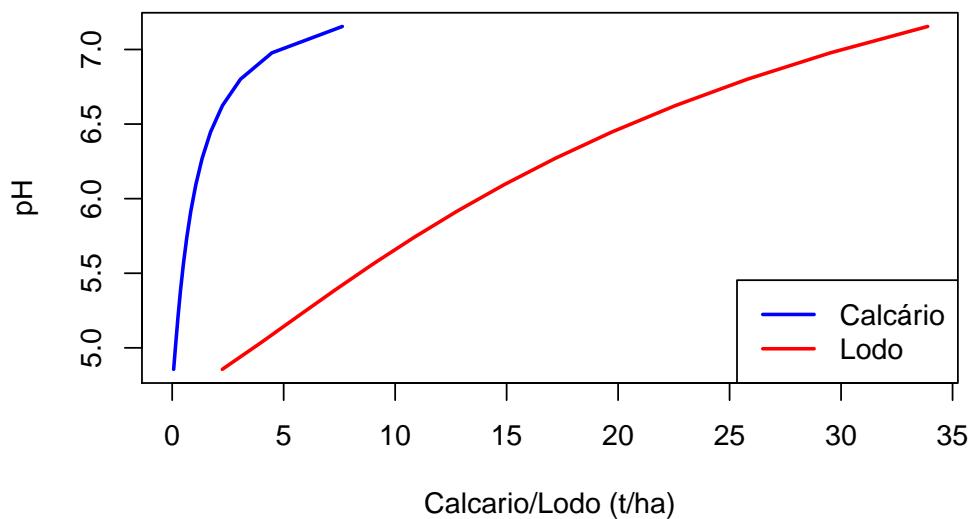


Figura 49: Correspondencia entre função e sua inversa (LapaXI)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00	3.65	0.14	25.42
8	5.25	6.00	0.29	20.92
9	5.50	8.39	0.46	18.45
10	5.75	10.95	0.66	16.49
11	6.00	13.75	0.94	14.71
12	6.25	16.91	1.31	12.93
13	6.50	20.54	1.86	11.04
14	6.75	24.83	2.80	8.88
15	7.00	30.03	4.75	6.32

Tabela 15: Equivalencia entre Calcário e Lodo (LapaXI)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

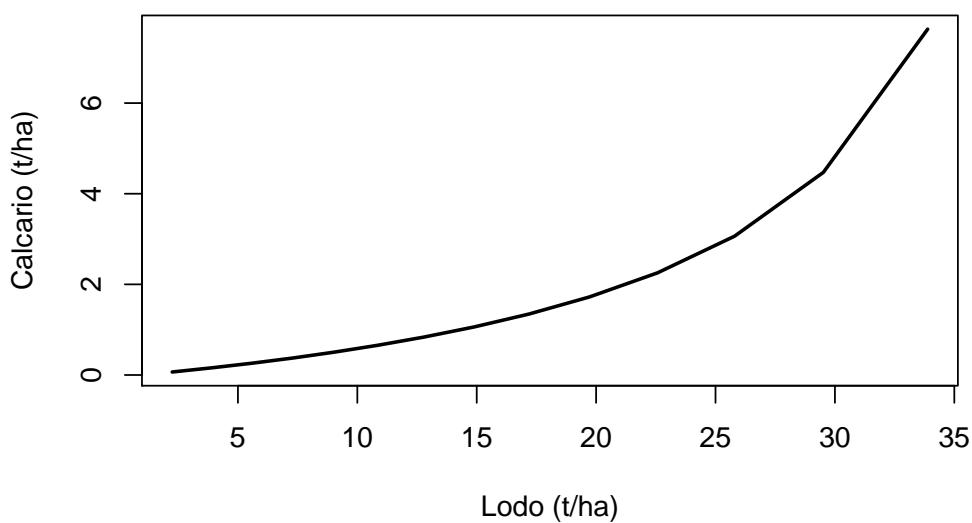


Figura 50: Correspondência no intervalo em comun (LapaXI)

6 Análise do Lodo AT em Pinhais e na Lapa

6.1 Análise do Lodo na Lapa

6.1.1 Anova

Análise das doses de lodo em função do pH

```
Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
DoseLO      9 39.420  4.3800 238.91 < 2.2e-16 ***
Residuals   20  0.367  0.0183
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
DoseLO      9 39.420  4.3800 238.909 < 2.2e-16 ***
  DoseLO: C1  1  3.333  3.3333 181.818 1.687e-11 ***
  DoseLO: C2  1  0.882  0.8817  48.091 9.841e-07 ***
  DoseLO: C3  1  0.292  0.2917  15.909 0.0007225 ***
  DoseLO: C4  1  5.915  5.9150 322.636 8.314e-14 ***
  DoseLO: C5  1  7.921  7.9210 432.055 5.168e-15 ***
Residuals   20  0.367  0.0183
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Study:

HSD Test for pH_Lodo

Mean Square Error: 0.0183

DoseLO, means

	pH_Lodo	std.err	replication
LapaAT0	4.700000	0.05773503	3
LapaAT10	5.233333	0.03333333	3
LapaAT20	5.833333	0.03333333	3
LapaAT40	6.700000	0.05773503	3
LapaAT80	7.666667	0.03333333	3
LapaXI0	4.666667	0.03333333	3
LapaXI10	5.733333	0.03333333	3
LapaXI20	6.333333	0.21858128	3
LapaXI40	7.466667	0.03333333	3
LapaXI80	8.000000	0.00000000	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 20
Critical Value of Studentized Range: 5.007883

Honestly Significant Difference: 0.3911281

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	LapaXI80	8
ab	LapaAT80	7.666667
b	LapaXI40	7.466667
c	LapaAT40	6.7
c	LapaXI20	6.333333
d	LapaAT20	5.833333
d	LapaXI10	5.733333
e	LapaAT10	5.233333

f	LapaATO	4.7
f	LapaXIO	4.666667

6.2 Análise do Lodo em Pinhais

6.2.1 Anova

Análise das doses de lodo em função do pH

```
Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
DoseL0      9 35.488  3.9431  909.95 < 2.2e-16 ***
Residuals   20  0.087  0.0043
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
DoseL0      9 35.488  3.9431  909.949 < 2.2e-16 ***
  DoseL0: C1  1  0.588  0.5880  135.692 2.294e-10 ***
  DoseL0: C2  1  0.060  0.0600   13.846  0.001349 **
  DoseL0: C3  1  3.544  3.5438  817.802 < 2.2e-16 ***
  DoseL0: C4  1 15.858 15.8579 3659.506 < 2.2e-16 ***
  DoseL0: C5  1  4.225  4.2250  975.000 < 2.2e-16 ***
Residuals   20  0.087  0.0043
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Study:

HSD Test for pH_Lodo

Mean Square Error: 0.0043

DoseL0, means

	pH_Lodo	std.err	replication
LapaAT0	4.700000	0.05773503	3
LapaAT10	5.233333	0.03333333	3
LapaAT20	5.833333	0.03333333	3
LapaAT40	6.700000	0.05773503	3
LapaAT80	7.666667	0.03333333	3
Pinhais0	4.100000	0.00000000	3
Pinhais10	4.633333	0.03333333	3
Pinhais20	5.033333	0.03333333	3
Pinhais40	5.666667	0.03333333	3
Pinhais80	6.966667	0.03333333	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 20

Critical Value of Studentized Range: 5.007883

Honestly Significant Difference: 0.1895954

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	LapaAT80	7.666667
b	Pinhais80	6.966667
c	LapaAT40	6.7
d	LapaAT20	5.833333
d	Pinhais40	5.666667
e	LapaAT10	5.233333
f	Pinhais20	5.033333
g	LapaAT0	4.7
g	Pinhais10	4.633333
h	Pinhais0	4.1

7 Apucarana

7.1 Lodo

7.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	2.83	0.57	39.21	0.0000
DoseL	4	69.38	17.35	1200.89	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.76	0.04	2.62	0.0021
Residuals	60	0.87	0.01		

Tabela 16: Análise de variância para Apucarana (Lodo x tempo)

7.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 5.17648 1.20127 4.309 0.00124 **  
b 0.90990 0.12767 7.127 1.93e-05 ***  
c 68.71272 34.67463 1.982 0.07306 .  
f 4.73361 0.04492 105.372 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.0779 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.995$$

7.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.634907 1.012686 4.577 1.60e-05 ***  
b 0.961752 0.130914 7.346 1.15e-10 ***  
c 65.841226 29.807664 2.209 0.0299 *  
q 0.005563 0.000633 8.789 1.45e-13 ***  
f 3.497846 0.046864 74.638 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.178 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.964$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

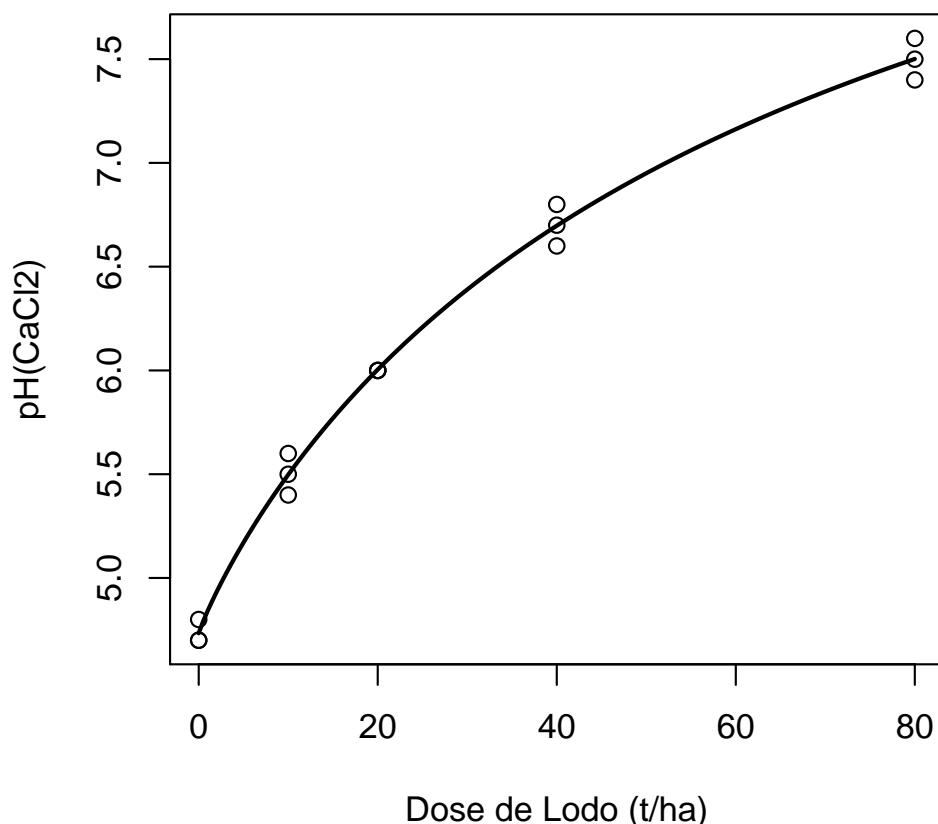


Figura 51: Resposta em função do Lodo (Apucarana)

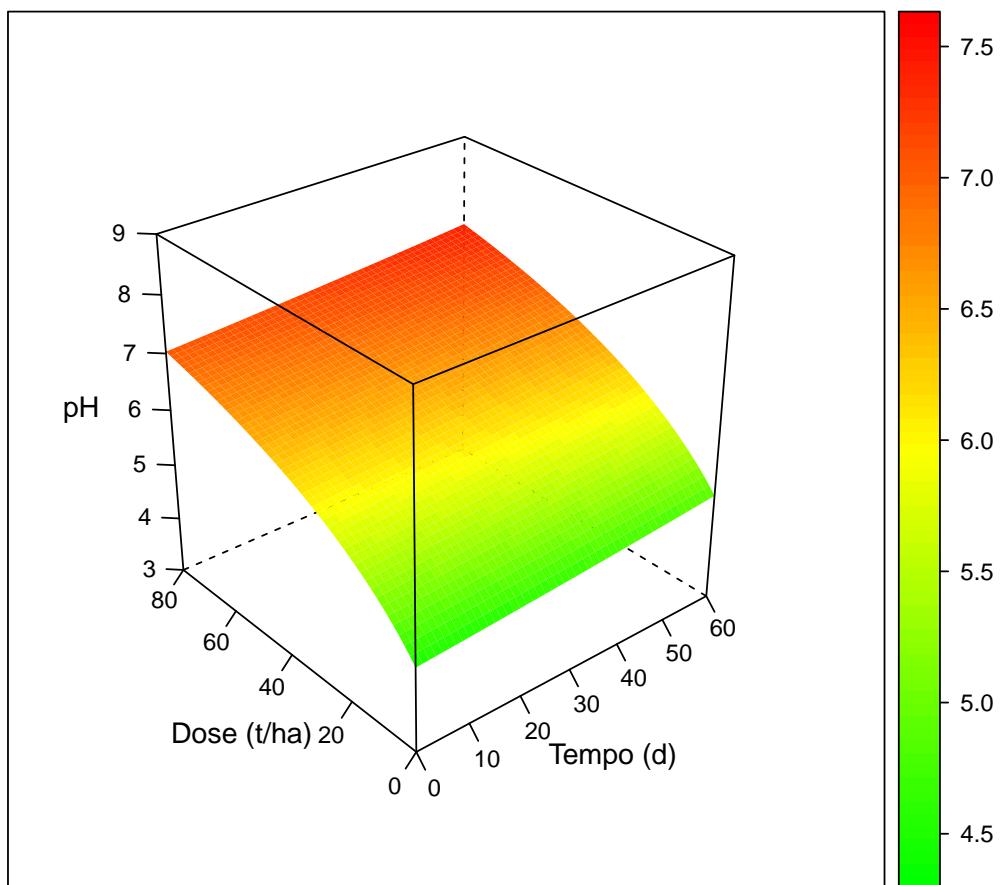


Figura 52: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Apucarana)

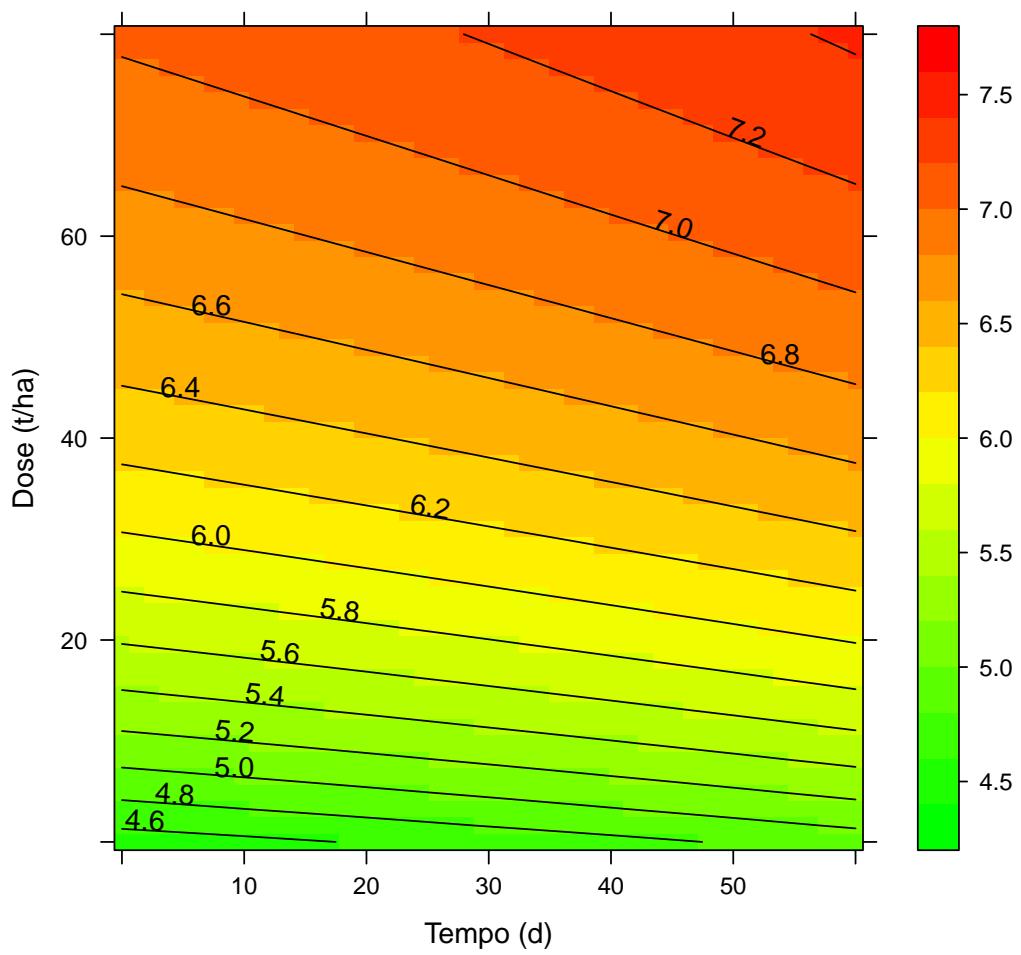


Figura 53: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Apucarana)

7.2 Calcario

7.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	4.38	0.88	68.02	0.0000
DoseC	4	21.90	5.48	424.84	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.70	0.13	10.47	0.0000
Residuals	60	0.77	0.01		

Tabela 17: Análise de variância para Apucarana (Calcário x tempo)

7.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 1.98054 0.38574 5.134 0.000326 ***  
b 2.00958 0.58938 3.410 0.005829 **  
c 5.71311 1.44453 3.955 0.002253 **  
f 4.97909 0.06193 80.397 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1435 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.968$$

7.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 1.4222291 0.2618030 5.432 5.20e-07 ***  
b 2.0281595 0.5786958 3.505 0.000732 ***  
c 5.5951685 1.3432845 4.165 7.43e-05 ***  
q 0.0066056 0.0008313 7.946 7.26e-12 ***  
f 3.7286909 0.0524662 71.068 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2487 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.823$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

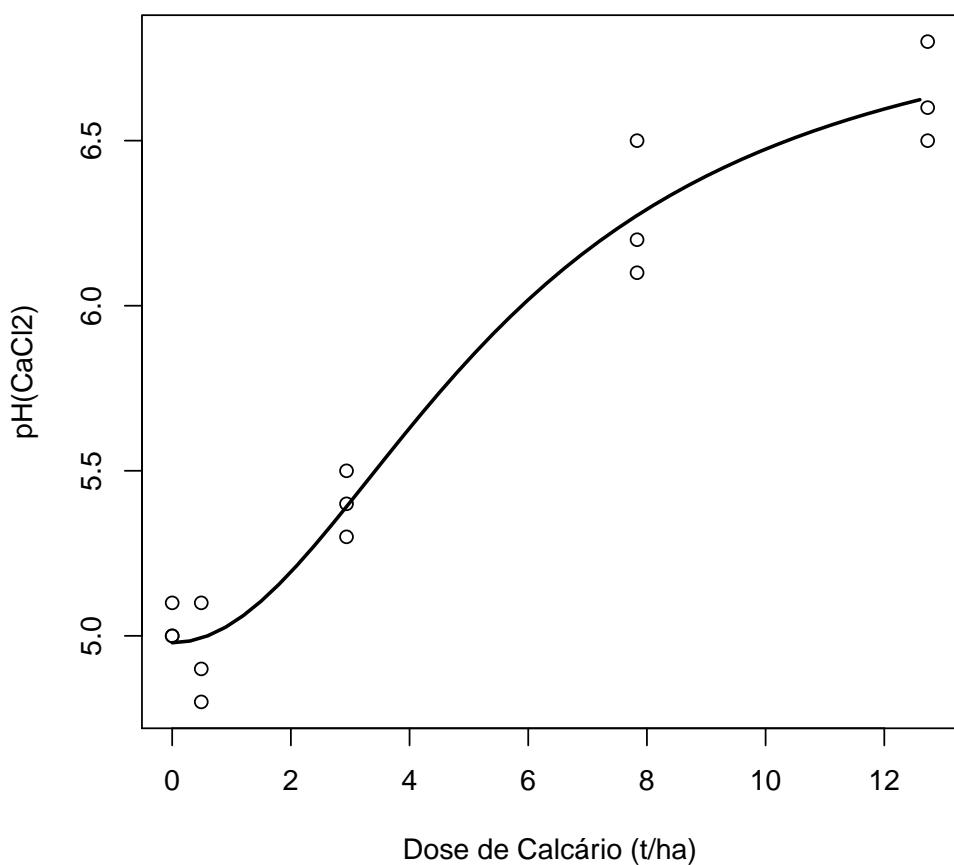


Figura 54: Resposta em função do Calcario (Apucarana)

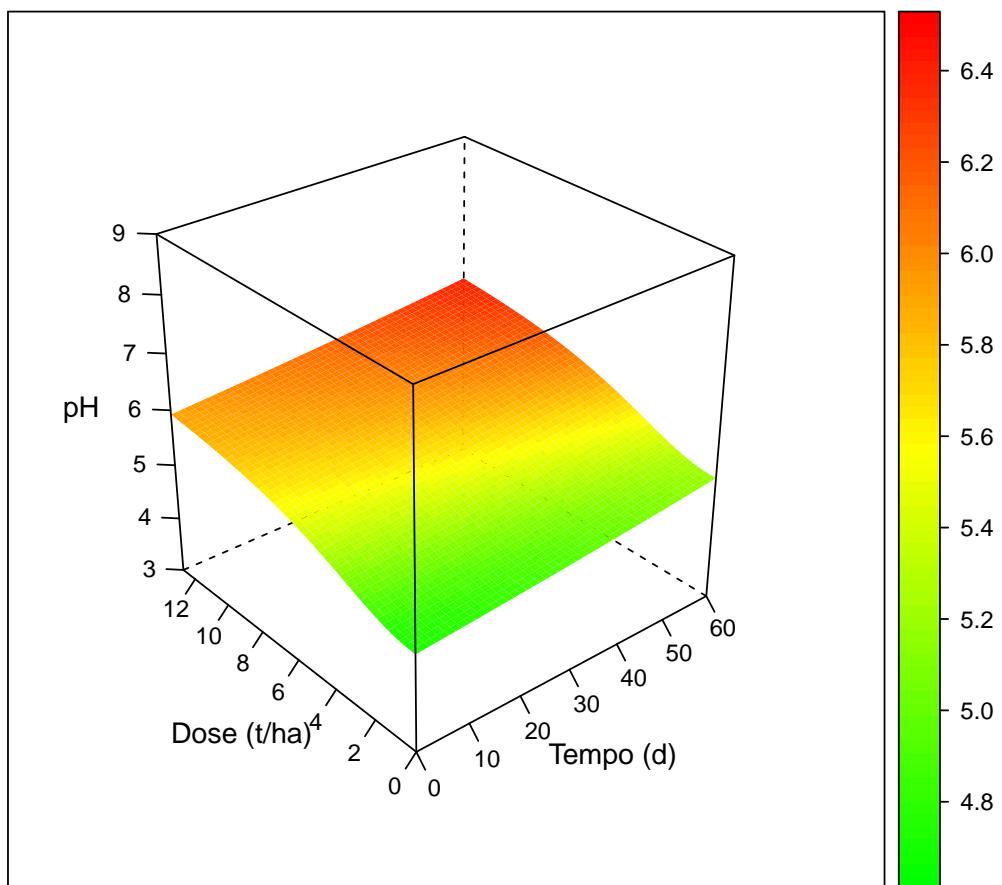


Figura 55: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Calcaro (Apucarana)

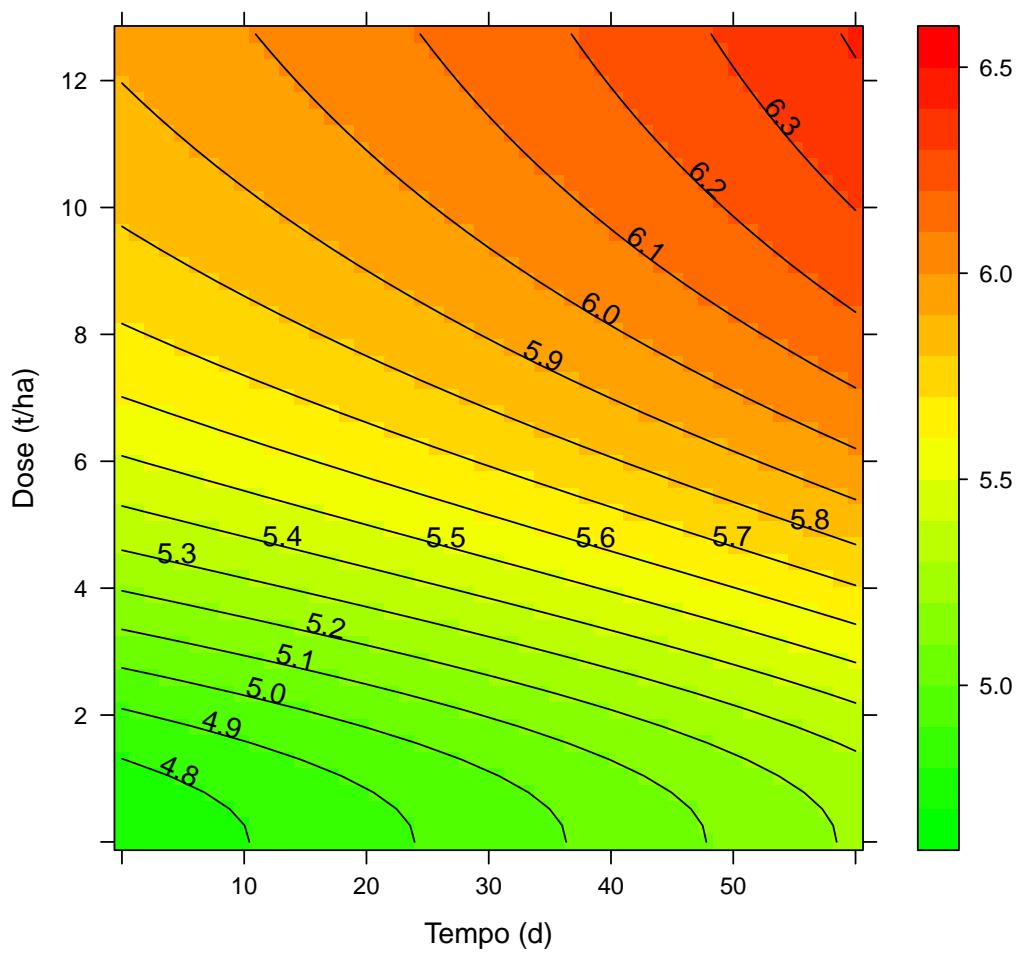


Figura 56: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Apucarana)

7.3 Taxa Maxima e correspondencia

7.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 4.63491   1.29560   3.577 0.000573 ***
b 0.96175   0.16749   5.742 1.38e-07 ***
c 65.84121  38.13493   1.727 0.087842 .
f 4.66170   0.05357  87.016 < 2e-16 ***
---
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2277 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.94$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

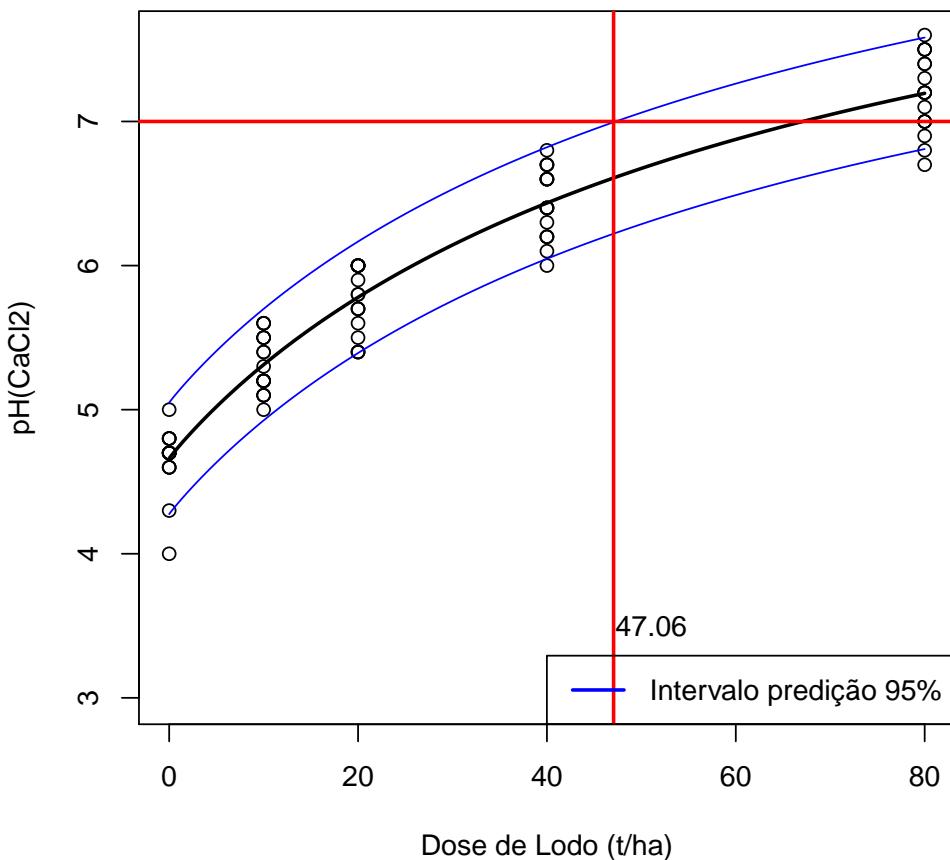
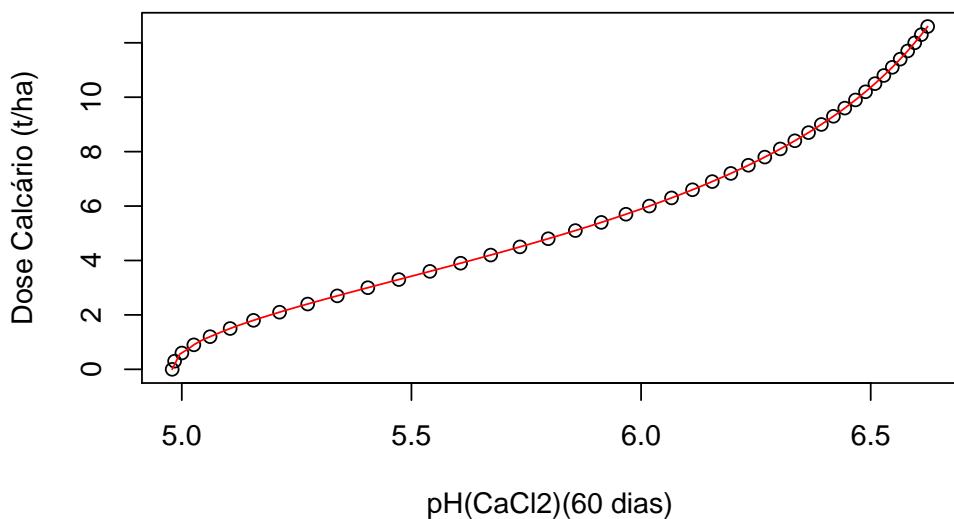


Figura 57: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Apucarana)

7.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

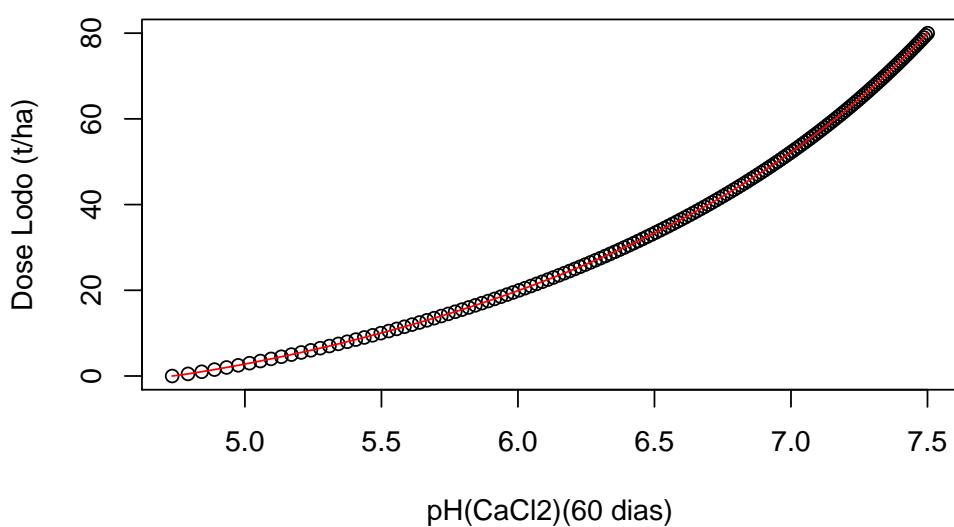


Figura 58: Função inversa das repostas (Apucarana)

Corespondência entre função e sua inversa

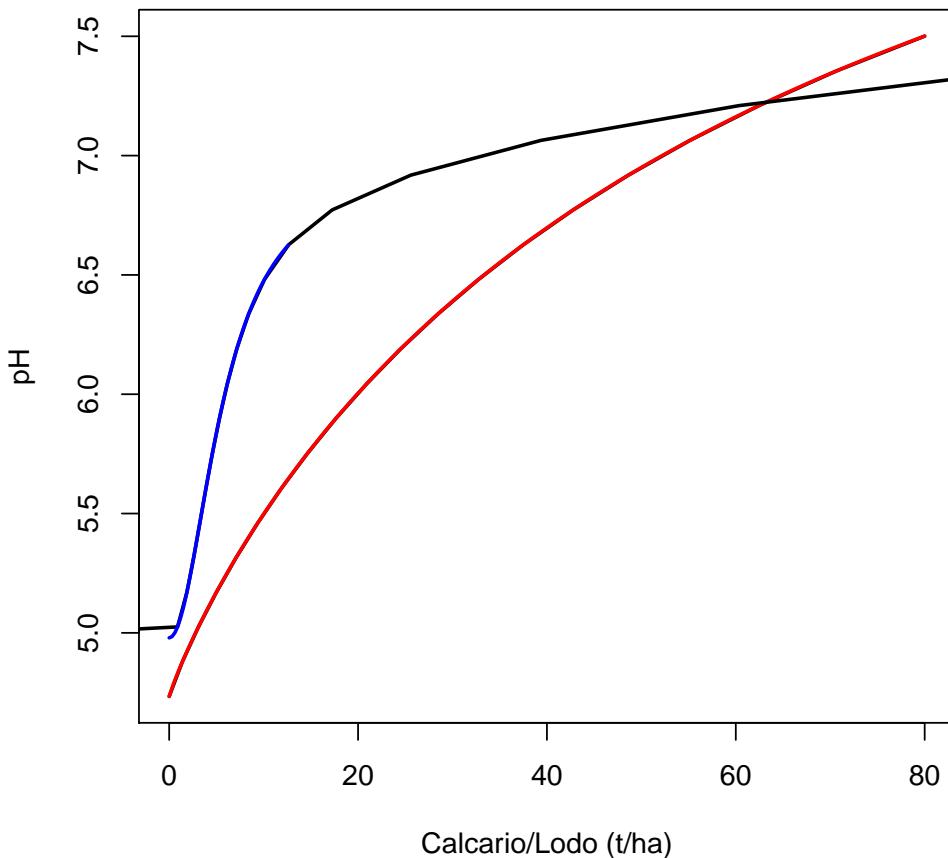
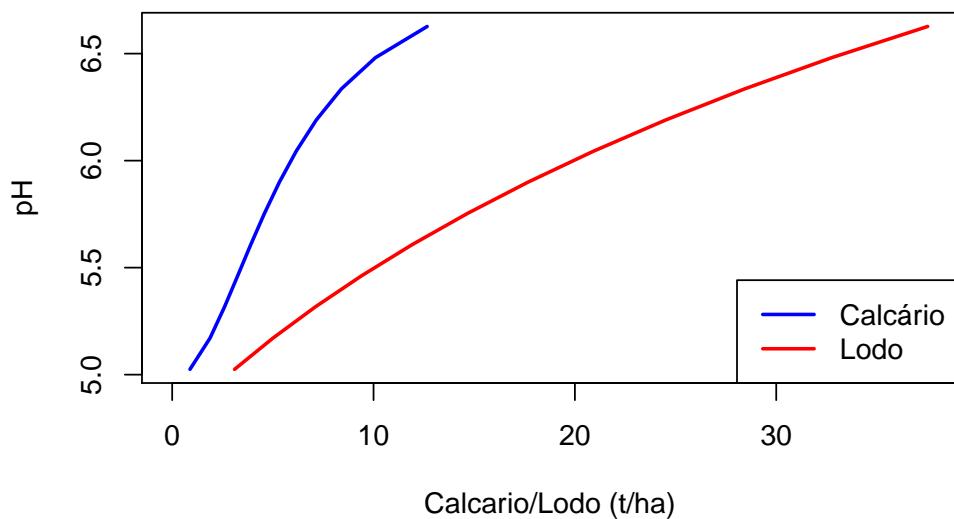


Figura 59: Correspondencia entre função e sua inversa (Apucarana)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00			
8	5.25	6.12	2.29	2.68
9	5.50	10.04	3.42	2.93
10	5.75	14.60	4.57	3.20
11	6.00	19.90	5.89	3.38
12	6.25	26.09	7.64	3.42
13	6.50	33.35	10.37	3.22
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 18: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Apucarana)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

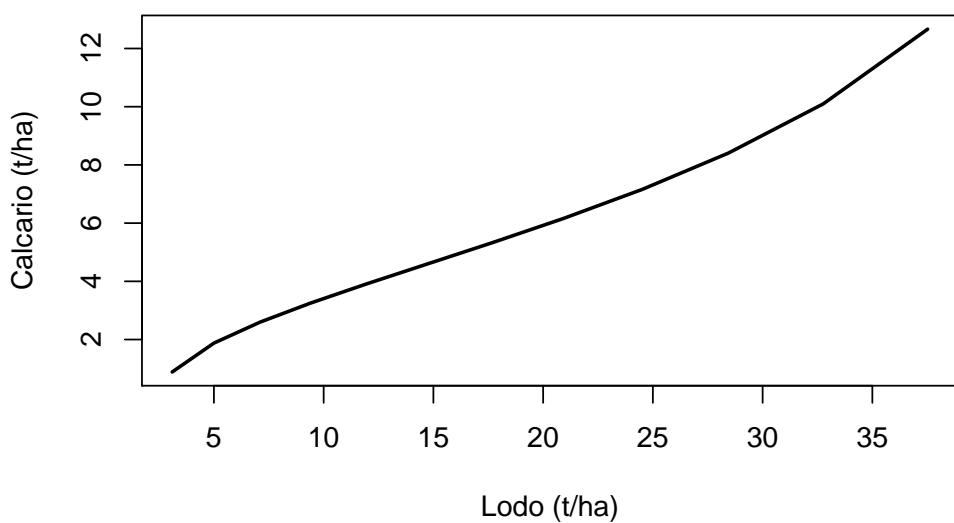


Figura 60: Correspondência no intervalo em comun (Apucarana)

8 Arapongas

8.1 Lodo

8.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.88	0.38	13.14	0.0000
DoseL	4	246.93	61.73	2161.83	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.13	0.06	1.97	0.0228
Residuals	60	1.71	0.03		

Tabela 19: Análise de variância para Arapongas (Lodo x tempo)

8.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.98637 0.20559 24.25 6.69e-11 ***  
b 1.54429 0.13113 11.78 1.41e-07 ***  
c 19.33434 1.28116 15.09 1.07e-08 ***  
f 3.67406 0.06901 53.24 1.27e-14 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1198 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.996$$

8.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 5.224237 0.149570 34.928 < 2e-16 ***  
b 1.416742 0.081775 17.325 < 2e-16 ***  
c 18.814281 0.918936 20.474 < 2e-16 ***  
q -0.008001 0.001512 -5.292 9.29e-07 ***  
f 2.944758 0.052869 55.699 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1905 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.988$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

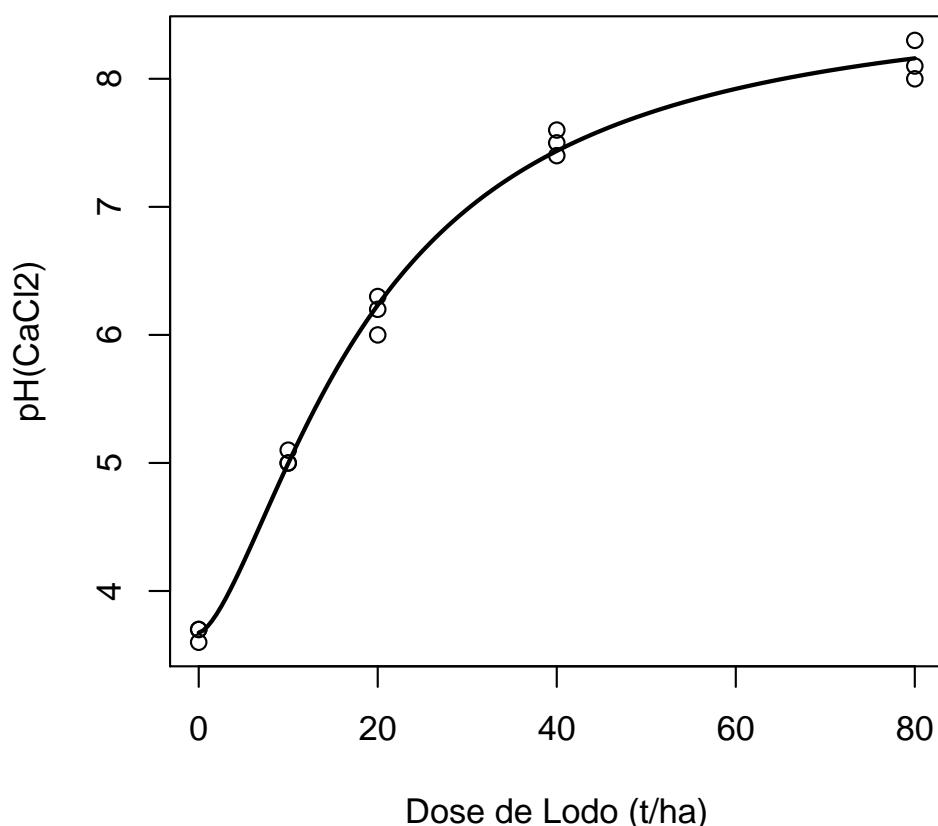


Figura 61: Resposta em função do Lodo (Arapongas)

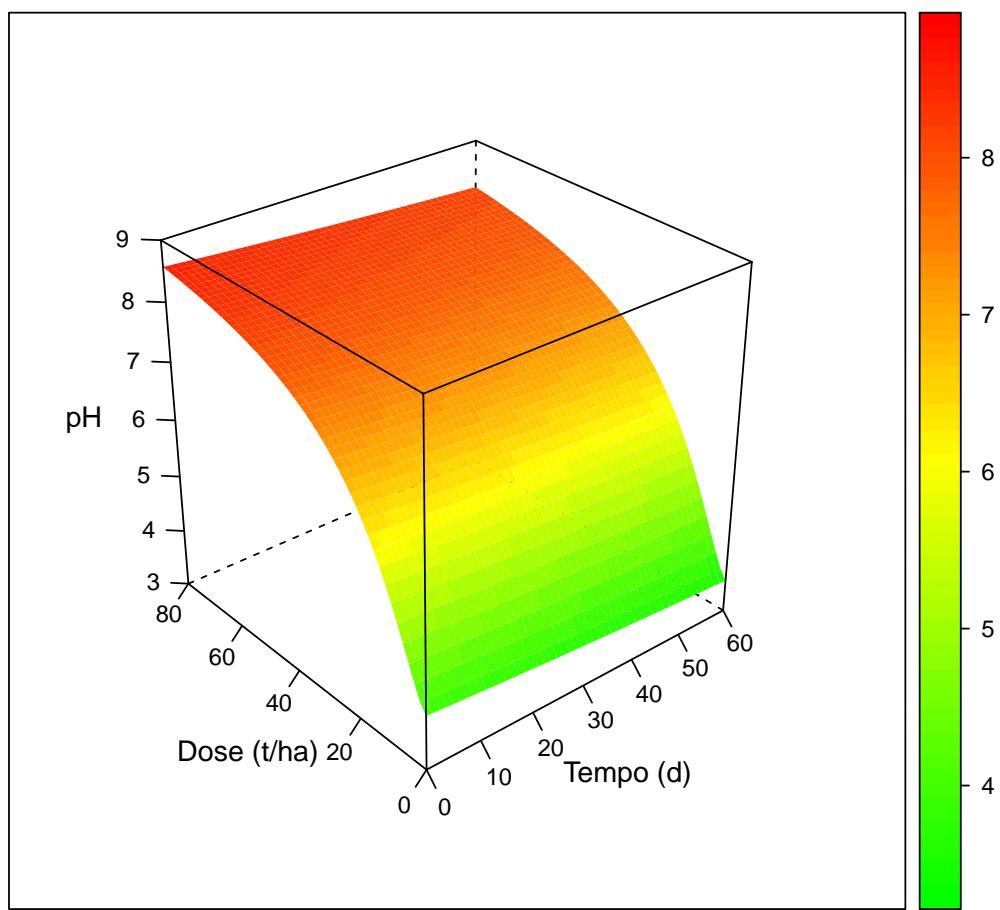


Figura 62: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Arapongas)

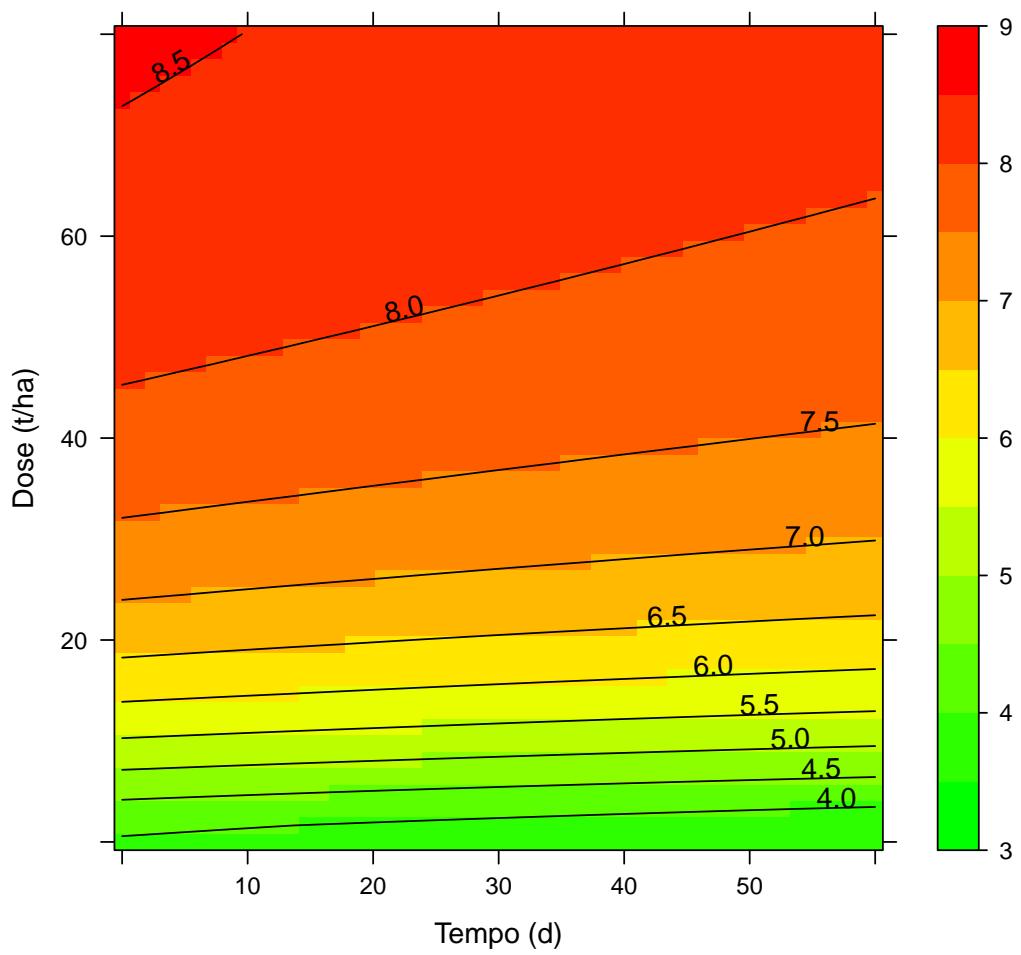


Figura 63: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Arapongas)

8.2 Calcario

8.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	6.34	1.27	114.06	0.0000
DoseC	4	51.99	13.00	1169.69	0.0000
Tempo:DoseC	20	4.23	0.21	19.03	0.0000
Residuals	60	0.67	0.01		

Tabela 20: Análise de variância para Arapongas (Calcário x tempo)

8.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.40310  0.27686   8.68 2.98e-06 ***
b 2.56071  0.70739   3.62 0.00403 **
c 5.32460  0.49185  10.83 3.33e-07 ***
f 3.88958  0.07354  52.89 1.36e-14 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.1366 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.983$$

8.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.125356  0.281101   7.561 4.30e-11 ***
b 2.262653  0.618895   3.656 0.000443 ***
c 5.263373  0.652029   8.072 4.05e-12 ***
q 0.006240  0.001096   5.694 1.73e-07 ***
f 2.749449  0.082201  33.448 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.3208 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 9

Achieved convergence tolerance: 7.157e-06

$$R^2 = 0.862$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

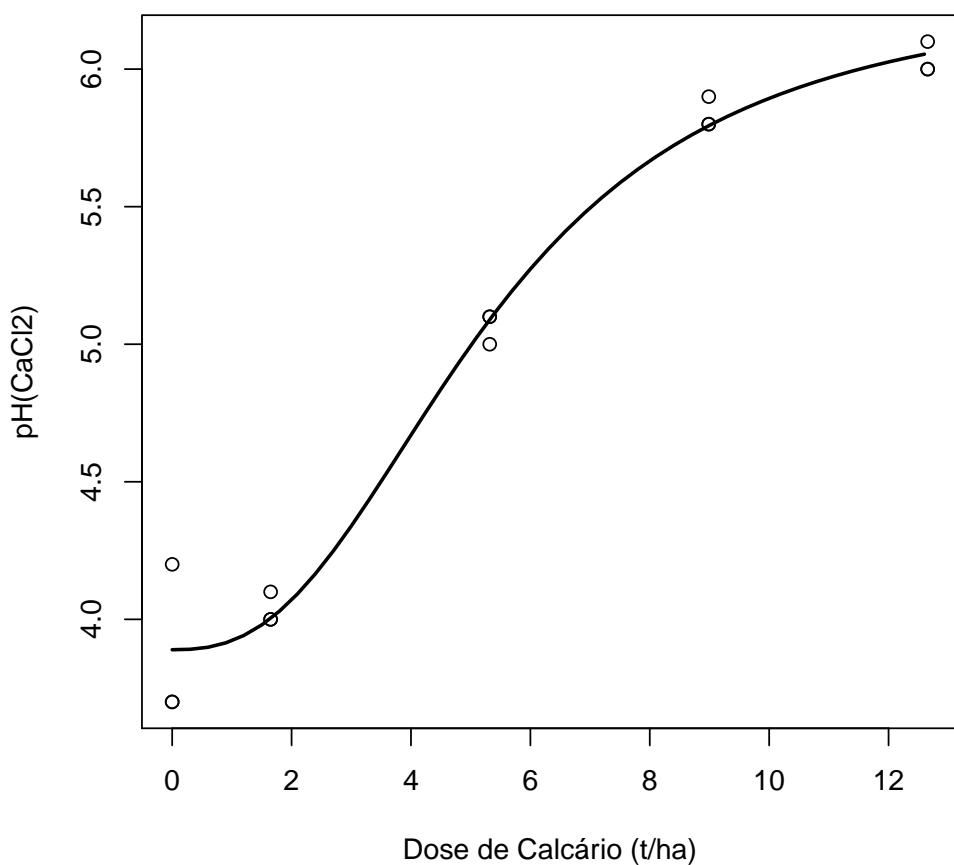


Figura 64: Resposta em função do Calcario (Arapongas)

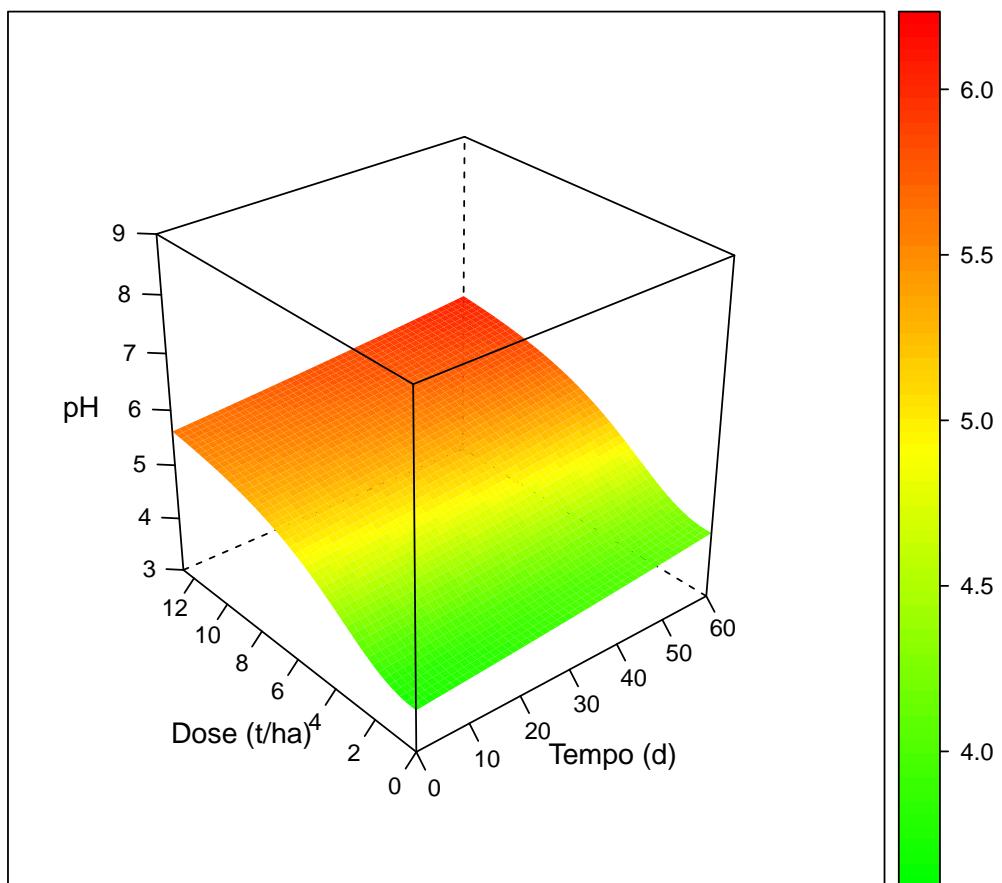


Figura 65: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Arapongas)

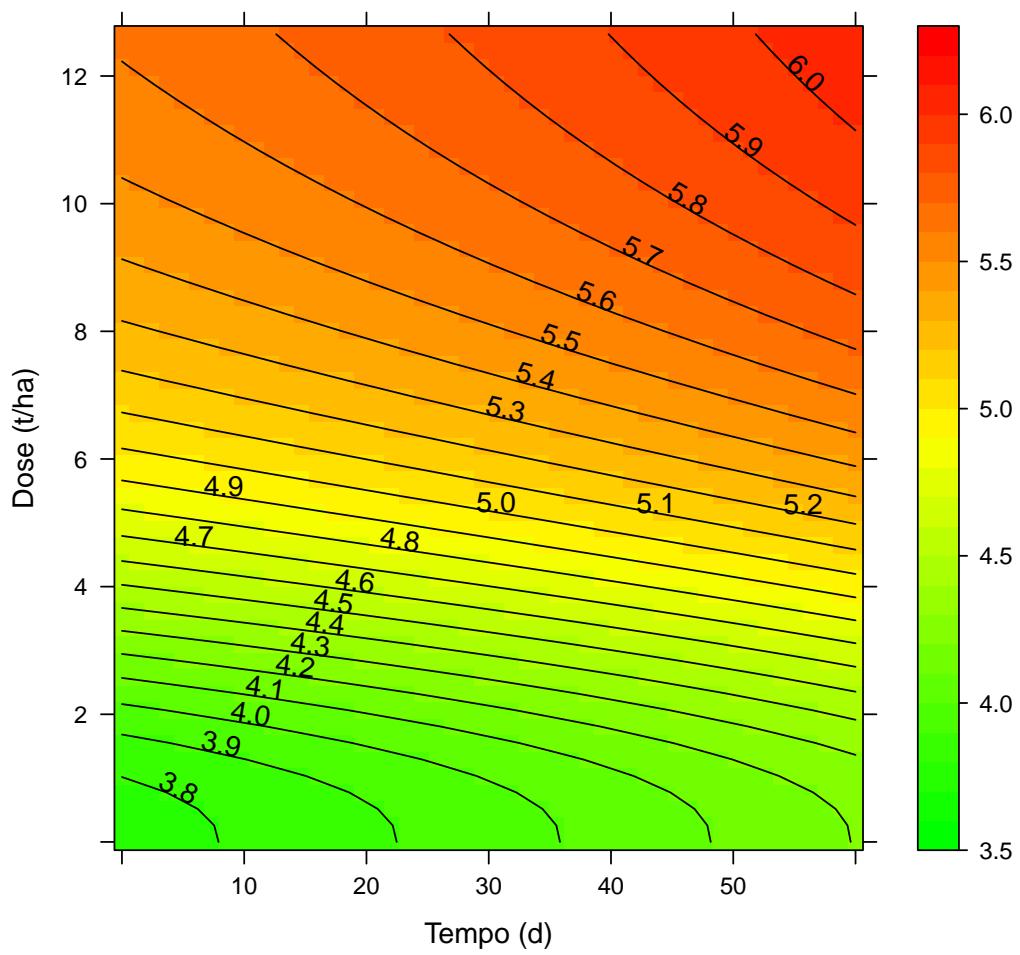


Figura 66: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Arapongas)

8.3 Taxa Maxima e correspondencia

8.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 5.22424   0.18422  28.36 <2e-16 ***
b 1.41674   0.10072  14.07 <2e-16 ***
c 18.81428   1.13185  16.62 <2e-16 ***
f  3.76852   0.05521  68.26 <2e-16 ***
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2346 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.981$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

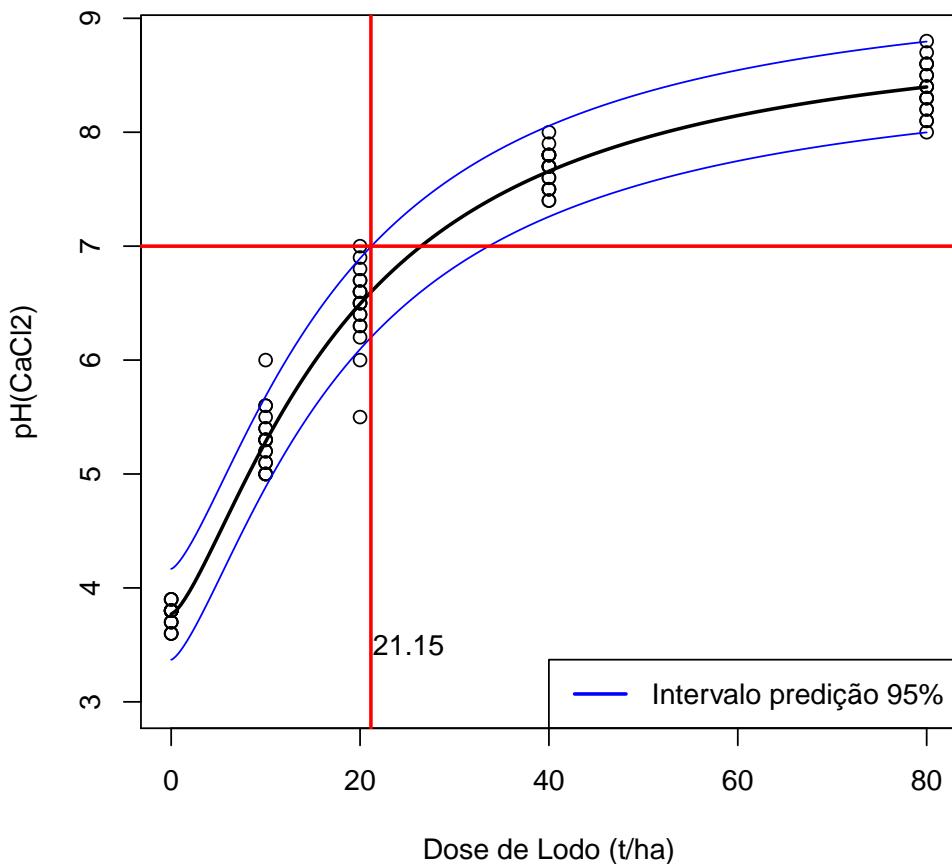
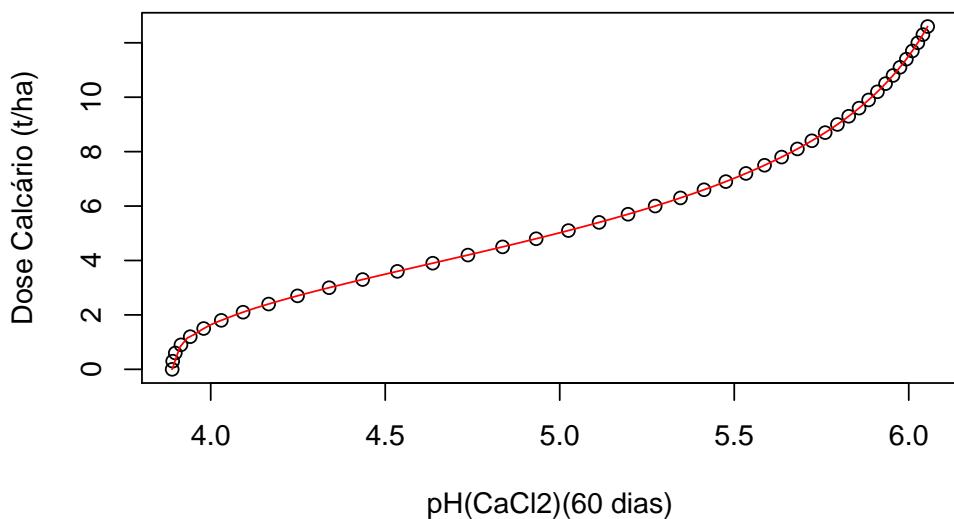


Figura 67: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Arapongas)

8.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

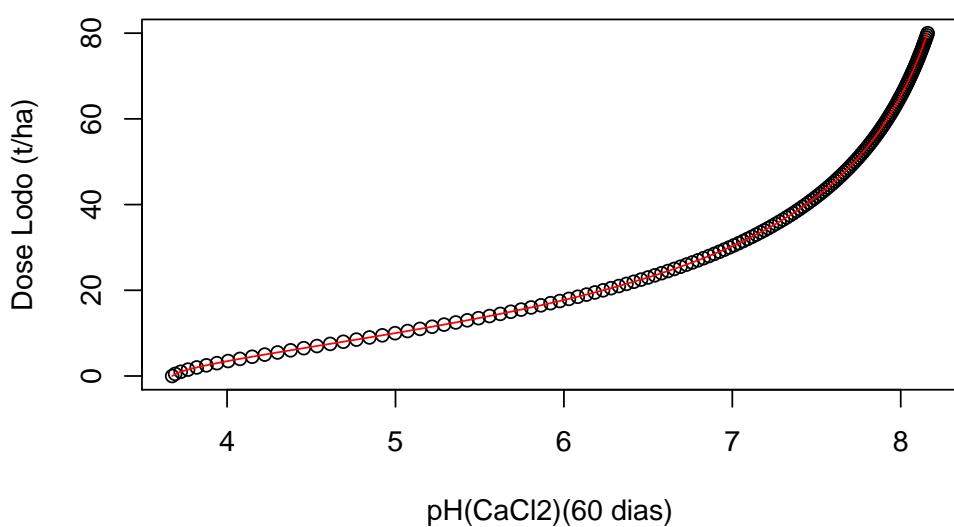


Figura 68: Função inversa das repostas (Arapongas)

Corespondência entre função e sua inversa

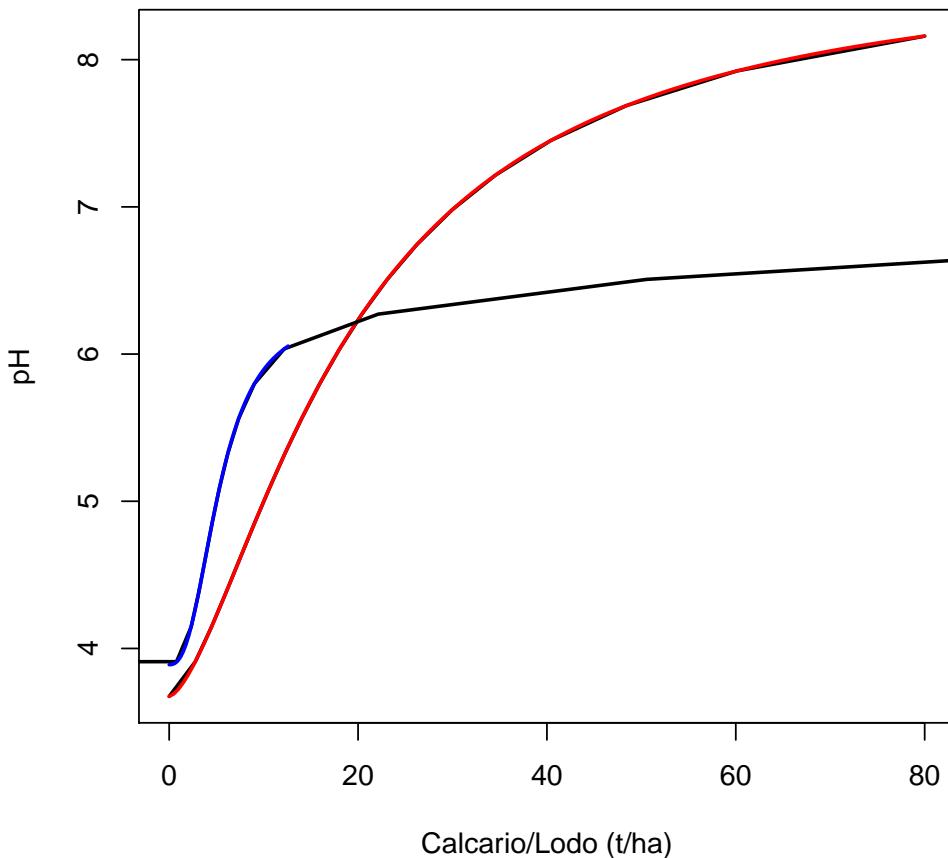
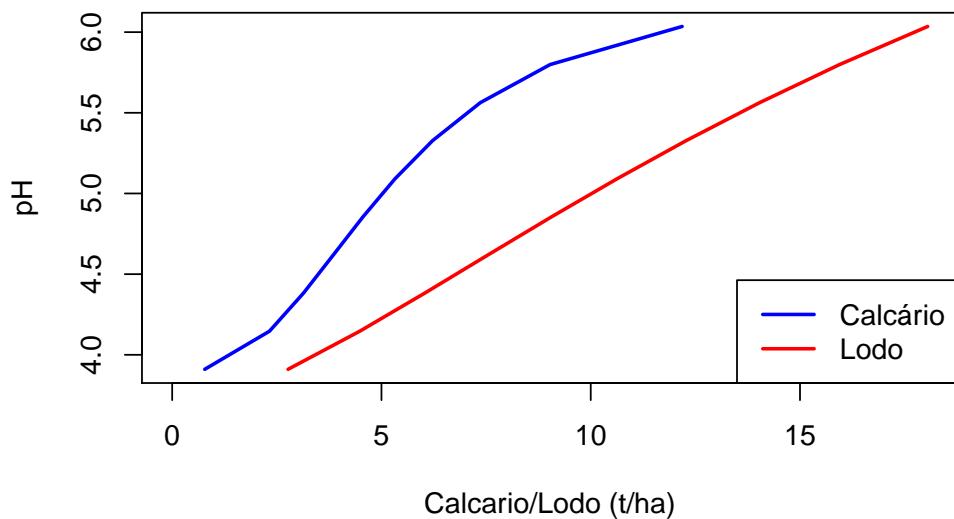


Figura 69: Correspondencia entre função e sua inversa (Arapongas)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00	3.45	1.50	2.30
4	4.25	5.18	2.73	1.90
5	4.50	6.79	3.49	1.94
6	4.75	8.38	4.24	1.98
7	5.00	10.02	5.02	2.00
8	5.25	11.73	5.91	1.99
9	5.50	13.55	7.03	1.93
10	5.75	15.53	8.60	1.81
11	6.00	17.72	11.58	1.53
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 21: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Arapongas)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

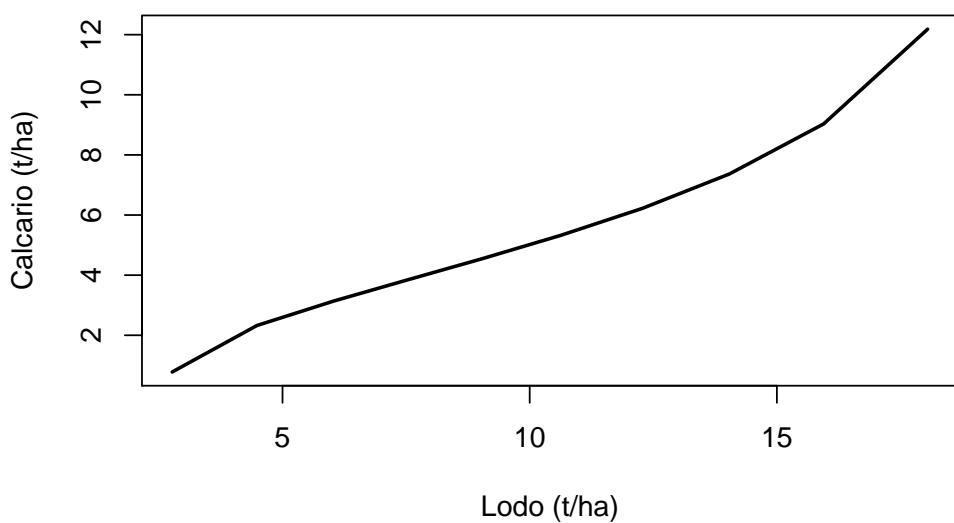


Figura 70: Correspondência no intervalo em comun (Arapongas)

9 Londrina

9.1 Lodo

9.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	5.35	1.07	174.97	0.0000
DoseL	4	94.08	23.52	3848.84	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.85	0.04	6.95	0.0000
Residuals	60	0.37	0.01		

Tabela 22: Análise de variância para Londrina (Lodo x tempo)

9.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.30006 0.59842 7.186 1.79e-05 ***  
b 0.89278 0.14059 6.350 5.44e-05 ***  
c 29.75986 10.14235 2.934 0.0136 *  
f 4.86822 0.05212 93.411 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.0903 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.995$$

9.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.704e+00 3.090e-01 11.986 < 2e-16 ***  
b 1.140e+00 1.338e-01 8.521 5.02e-13 ***  
c 2.539e+01 4.244e+00 5.981 5.07e-08 ***  
q 6.741e-03 6.835e-04 9.863 9.70e-16 ***  
f 3.587e+00 5.413e-02 66.260 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2062 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.964$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

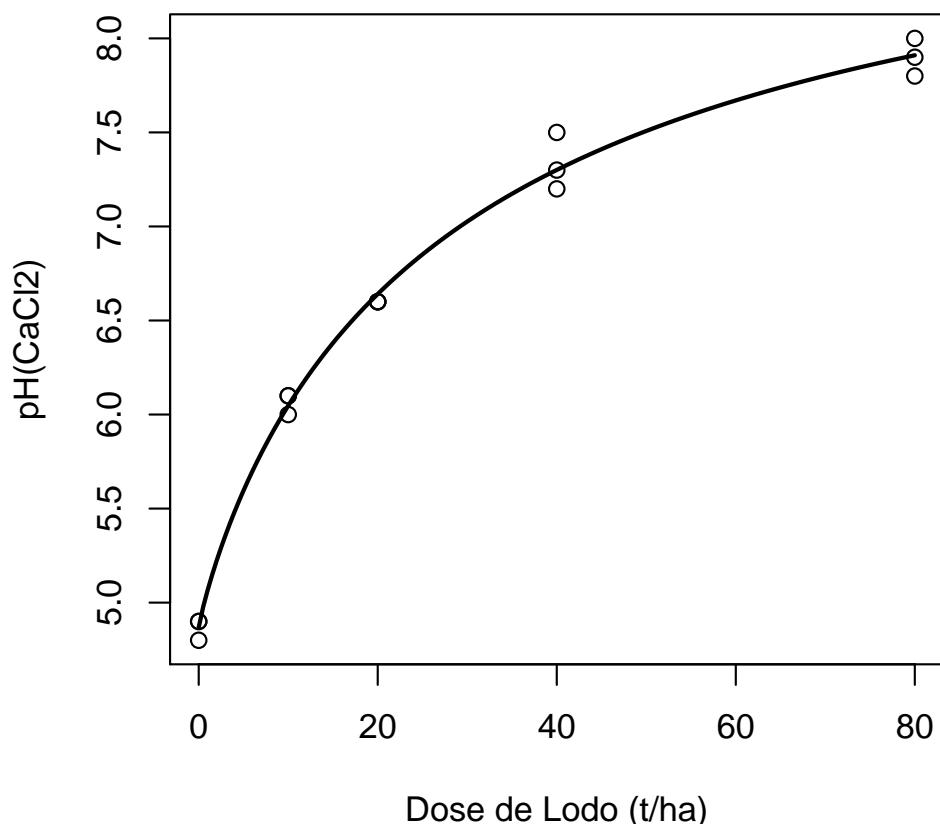


Figura 71: Resposta em função do Lodo (Londrina)

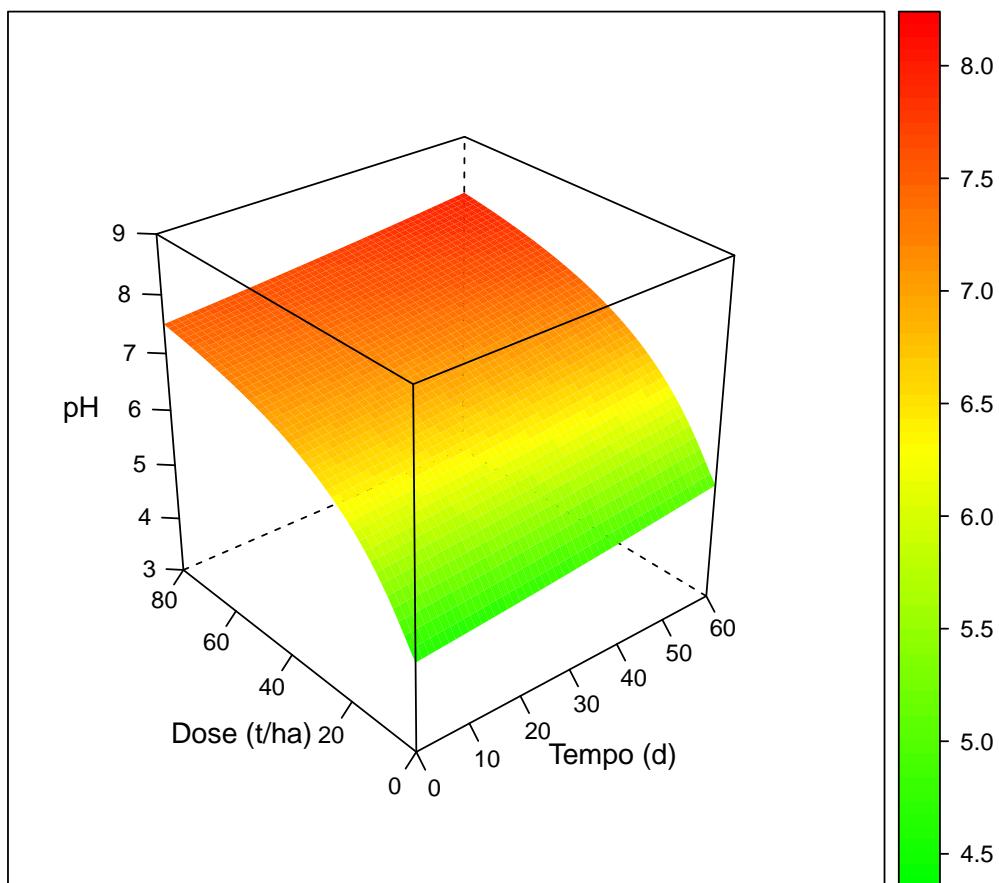


Figura 72: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Londrina)

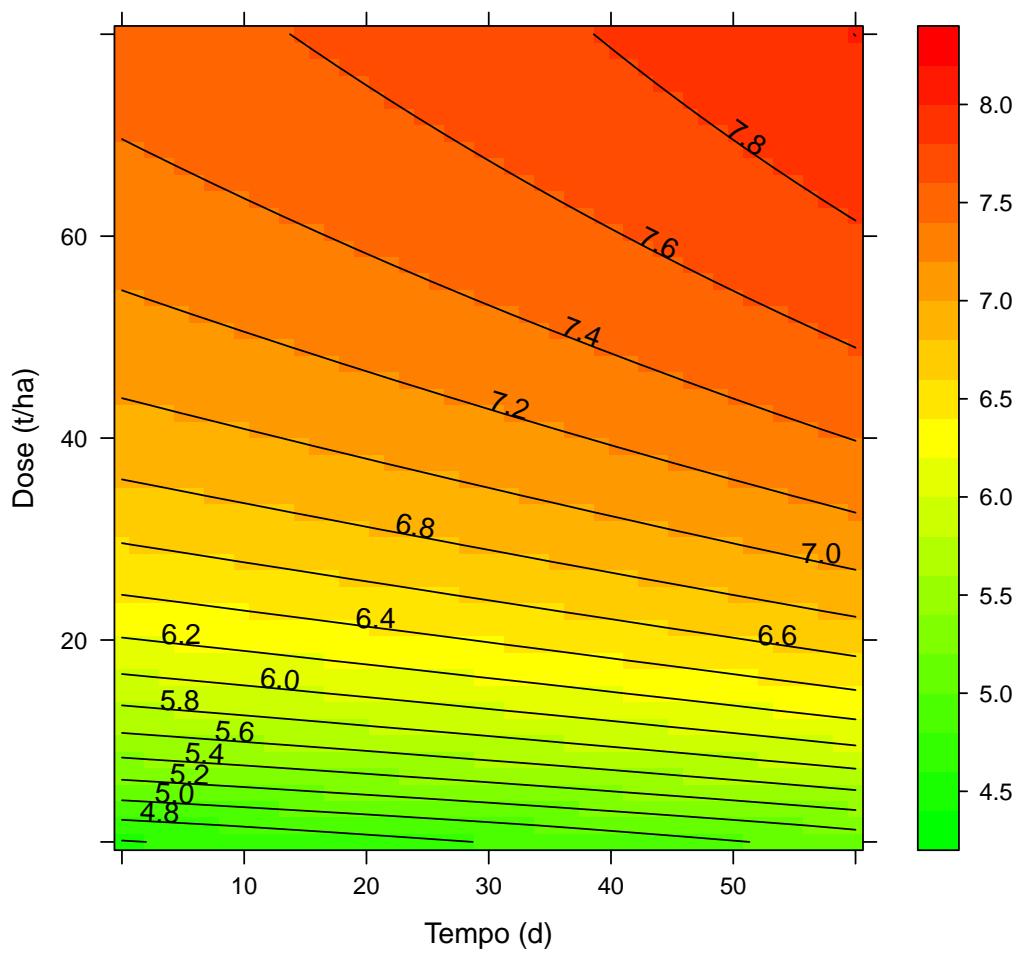


Figura 73: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Londrina)

9.2 Calcario

9.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	9.45	1.89	31.84	0.0000
DoseC	4	26.71	6.68	112.56	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.66	0.13	2.24	0.0086
Residuals	60	3.56	0.06		

Tabela 23: Análise de variância para Londrina (Calcário x tempo)

9.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	1.8954	0.5752	3.295	0.00714 **
b	1.2708	0.6585	1.930	0.07979 .
c	2.1748	1.2704	1.712	0.11493
f	4.9916	0.1394	35.809	9.69e-13 ***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2418 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.896$$

9.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	1.528624	0.198209	7.712	2.14e-11 ***
b	1.452532	0.483874	3.002	0.003522 **
c	1.395346	0.342079	4.079	0.000102 ***
q	0.008299	0.001088	7.626	3.18e-11 ***
f	3.507254	0.094261	37.208	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.3604 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 9

Achieved convergence tolerance: 2.824e-06

$$R^2 = 0.74$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

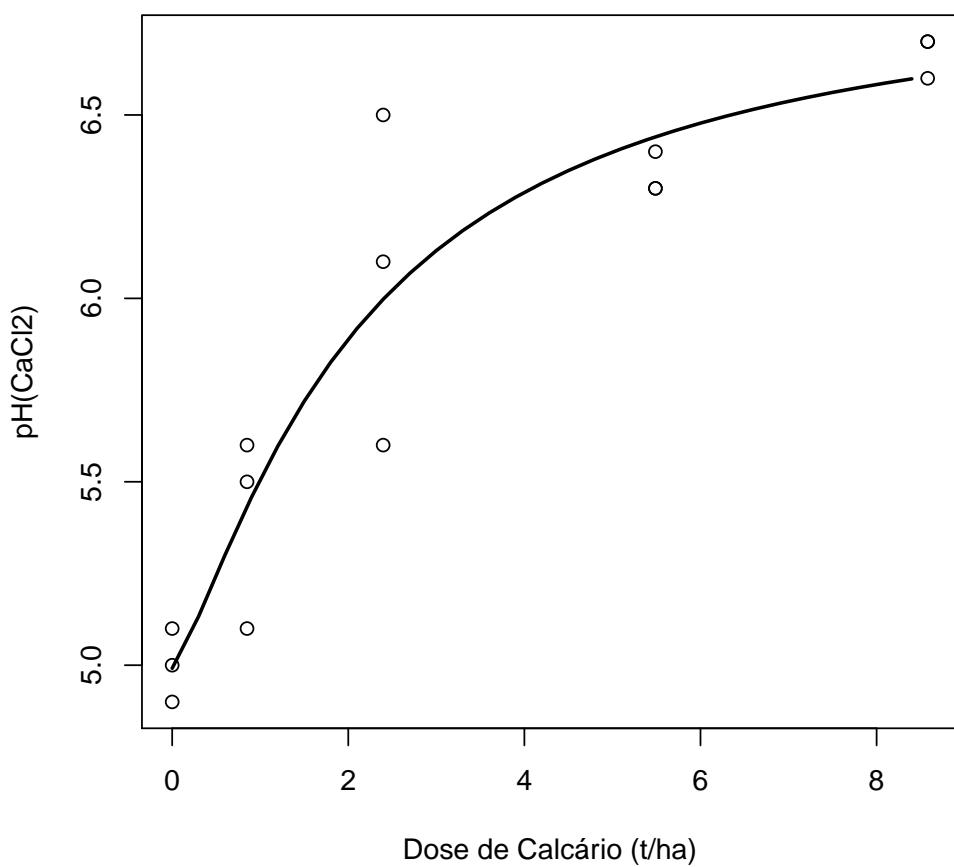


Figura 74: Resposta em função do Calcario (Londrina)

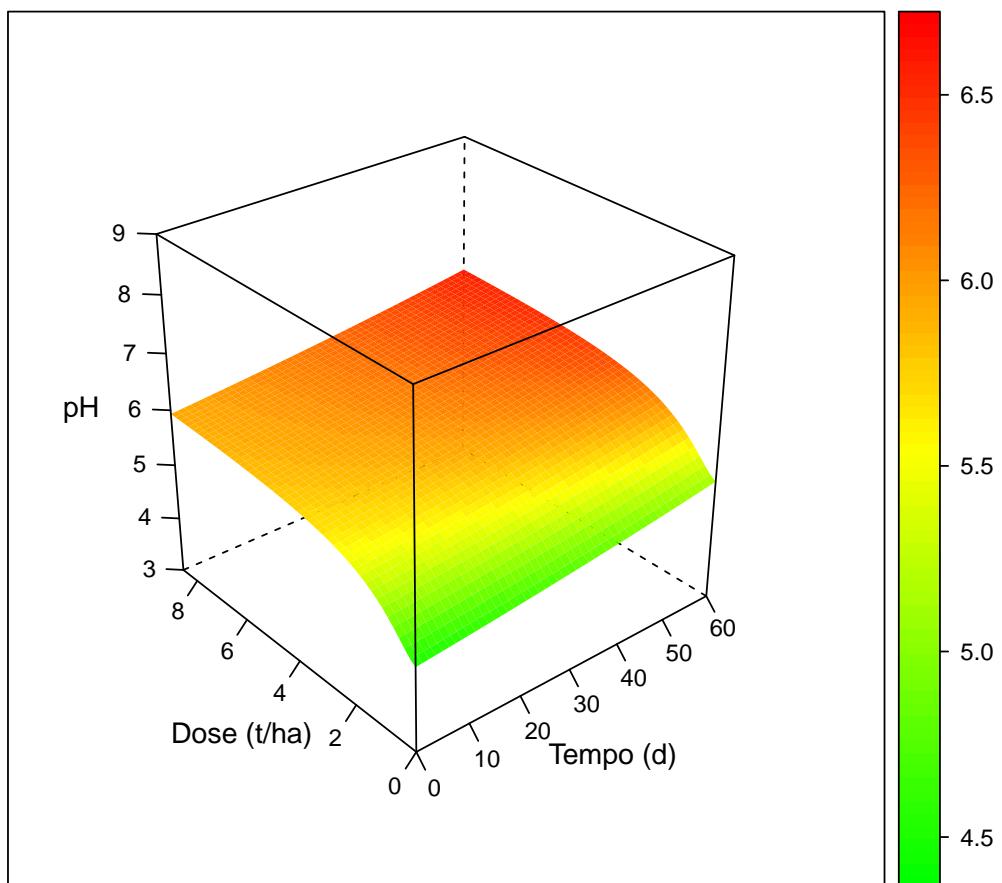


Figura 75: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Londrina)

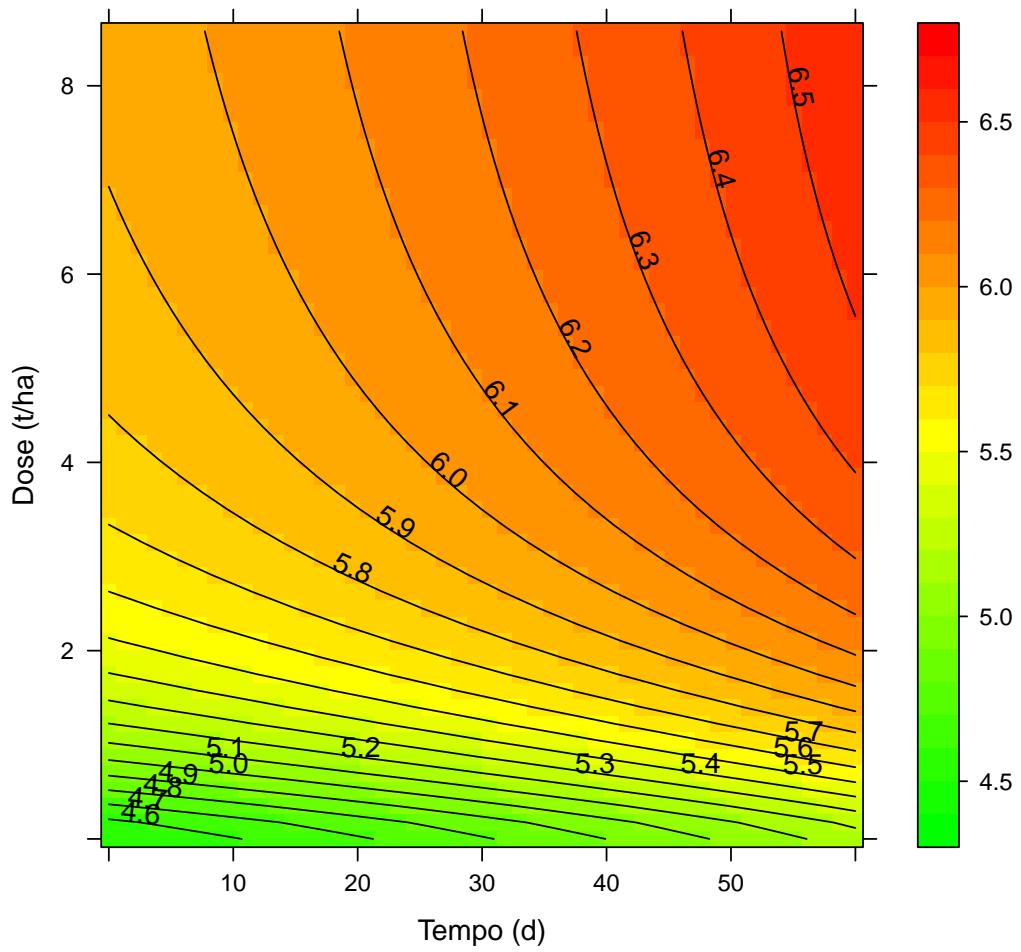


Figura 76: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcareo (Londrina)

9.3 Taxa Maxima e correspondencia

9.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.70403   0.41481  8.929 6.85e-14 ***
b 1.14036   0.17962  6.349 9.86e-09 ***
c 25.38575  5.69688  4.456 2.50e-05 ***
f 4.79065   0.06515 73.530 < 2e-16 ***
---
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2767 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.935$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

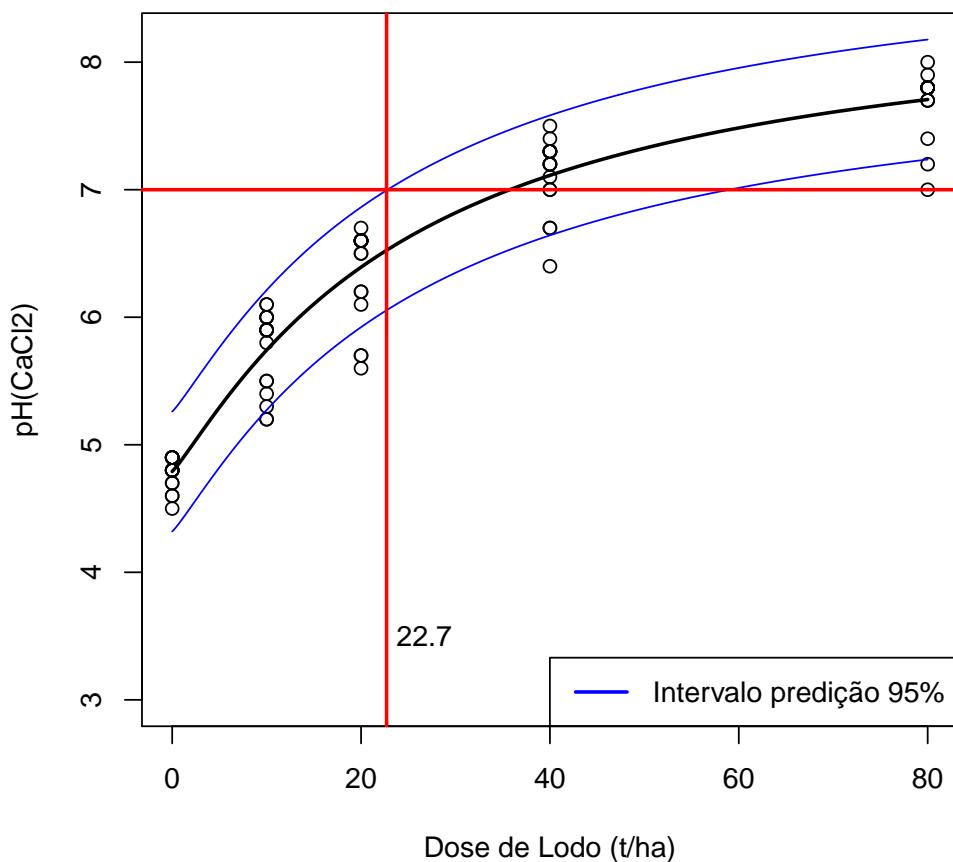
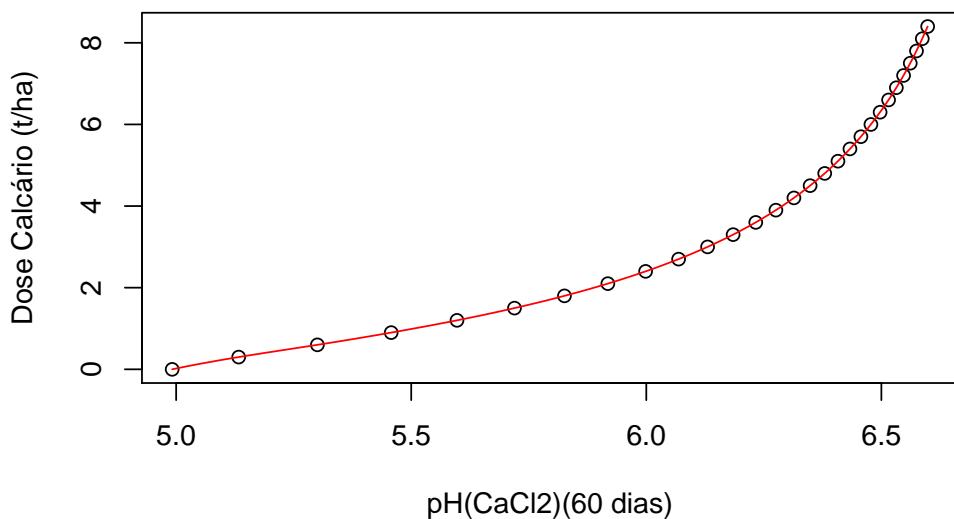


Figura 77: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Londrina)

9.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

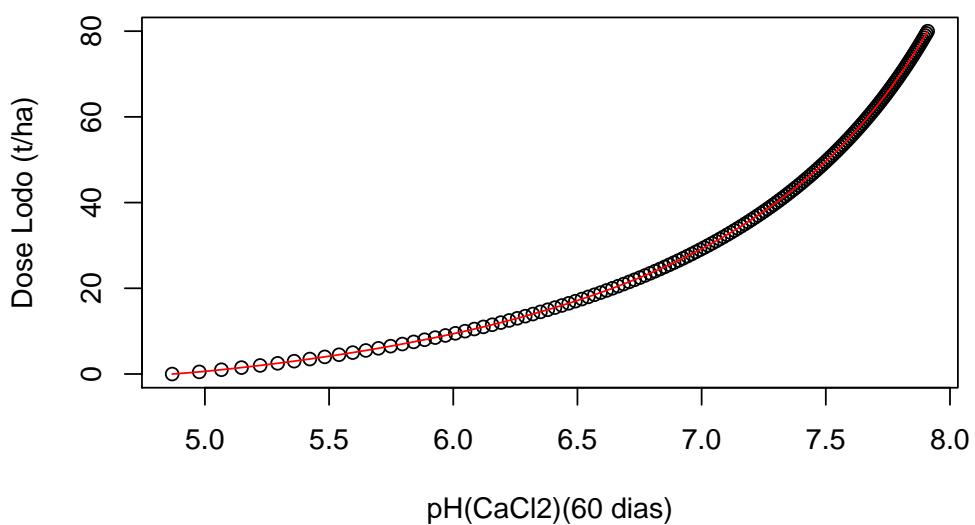


Figura 78: Função inversa das respostas (Londrina)

Corespondência entre função e sua inversa

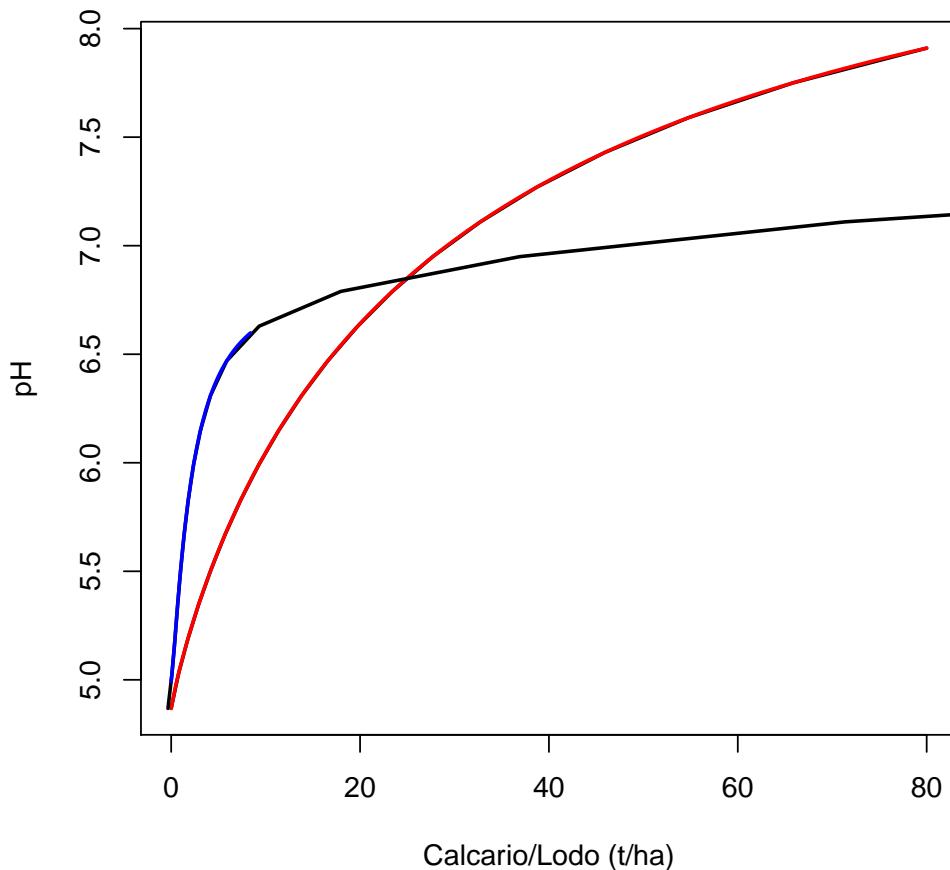
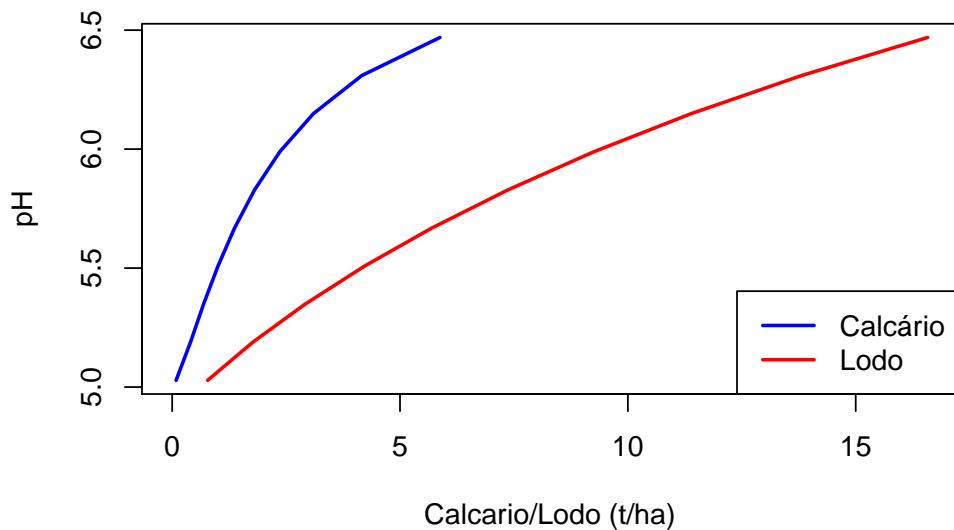


Figura 79: Correspondencia entre função e sua inversa (Londrina)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00			
8	5.25	2.19	0.51	4.29
9	5.50	4.15	0.99	4.20
10	5.75	6.52	1.58	4.13
11	6.00	9.39	2.41	3.90
12	6.25	12.88	3.71	3.47
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 24: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Londrina)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

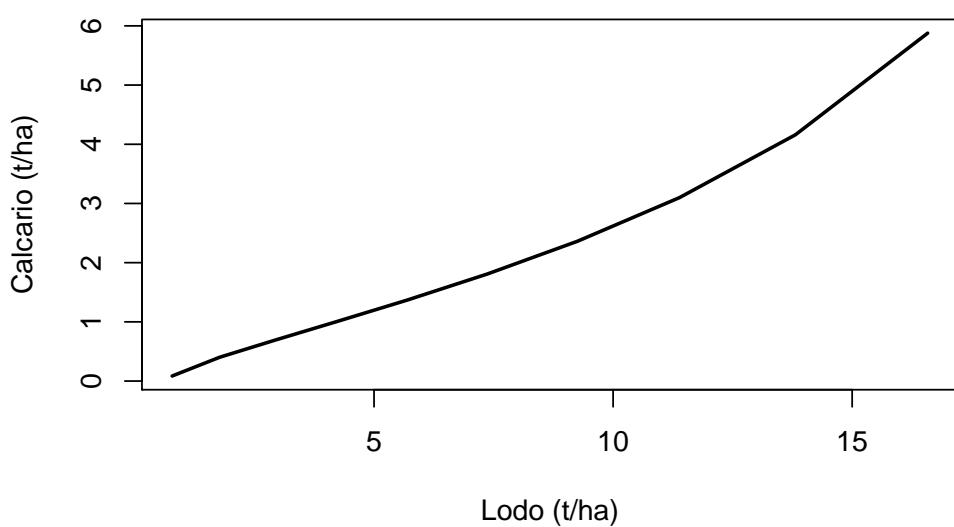


Figura 80: Correspondência no intervalo em comum (Londrina)

10 Maringá

10.1 Lodo

10.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.09	0.22	30.26	0.0000
DoseL	4	136.49	34.12	4724.67	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.31	0.02	2.18	0.0107
Residuals	60	0.43	0.01		

Tabela 25: Análise de variância para Maringá (Lodo x tempo)

10.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.04732 0.14427 28.05 1.38e-11 ***  
b 1.37540 0.09011 15.26 9.48e-09 ***  
c 20.64173 1.28031 16.12 5.32e-09 ***  
f 4.30131 0.03809 112.94 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.06609 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.998$$

10.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.069851 0.132525 30.710 < 2e-16 ***  
b 1.325251 0.075328 17.593 < 2e-16 ***  
c 21.447178 1.248371 17.180 < 2e-16 ***  
q -0.003046 0.000801 -3.802 0.000269 ***  
f 3.447670 0.036634 94.111 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1349 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.989$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

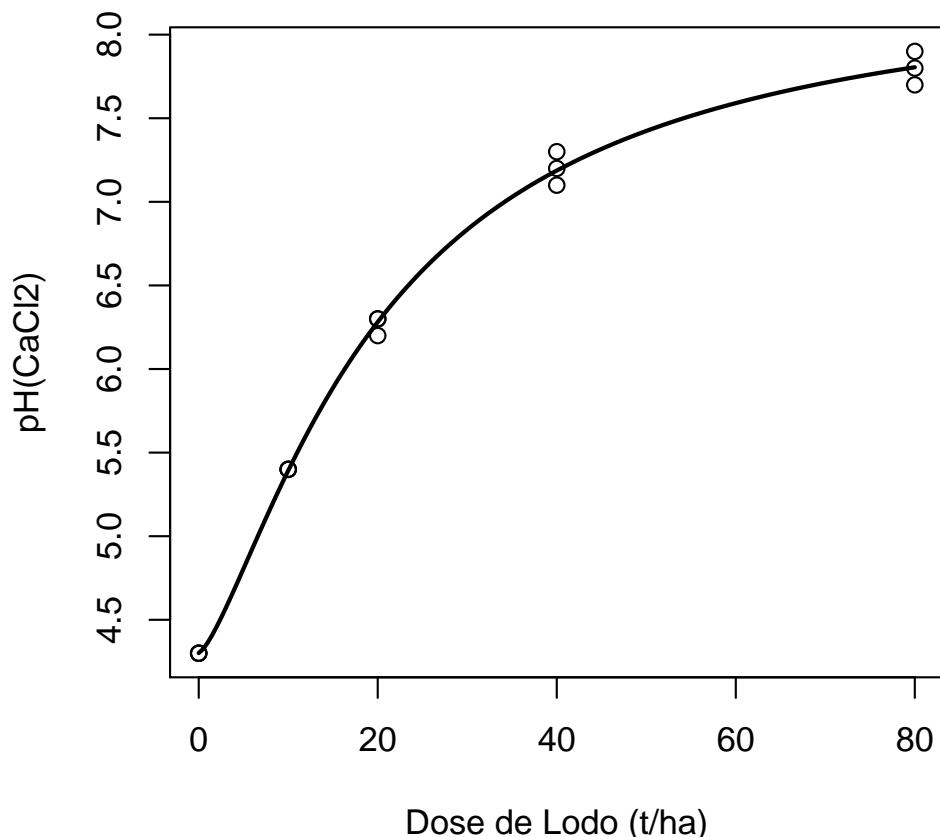


Figura 81: Resposta em função do Lodo (Maringá)

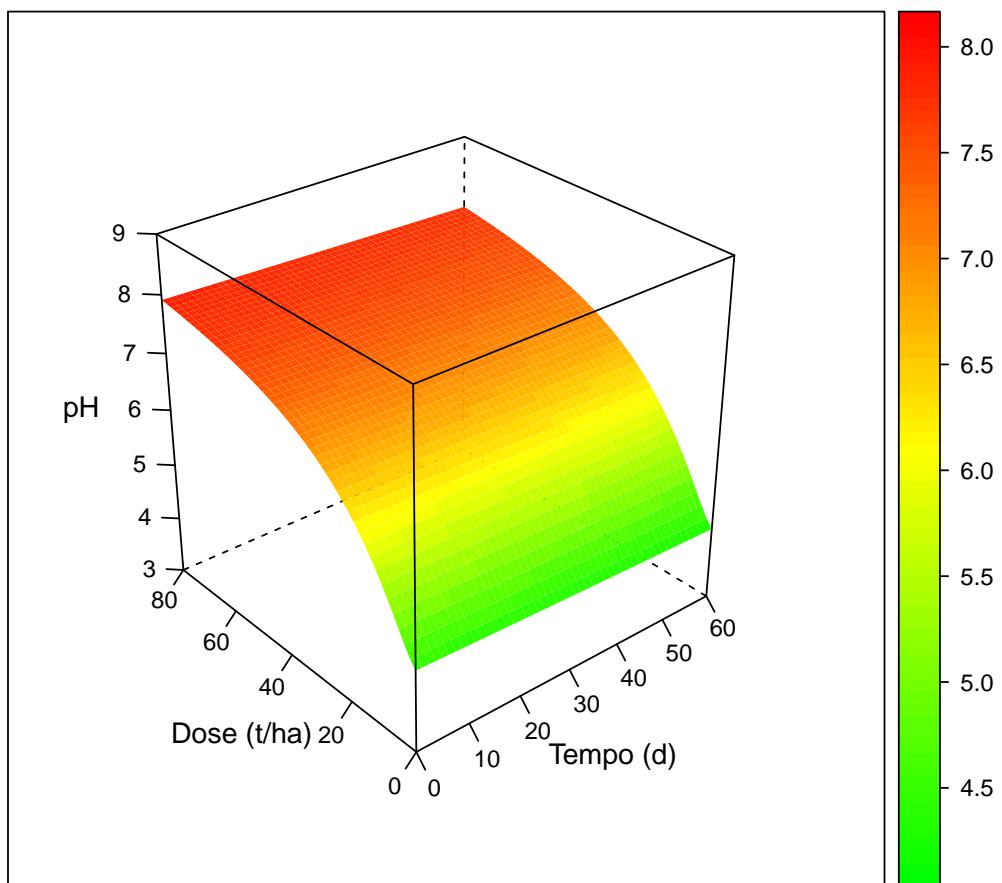


Figura 82: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Maringá)

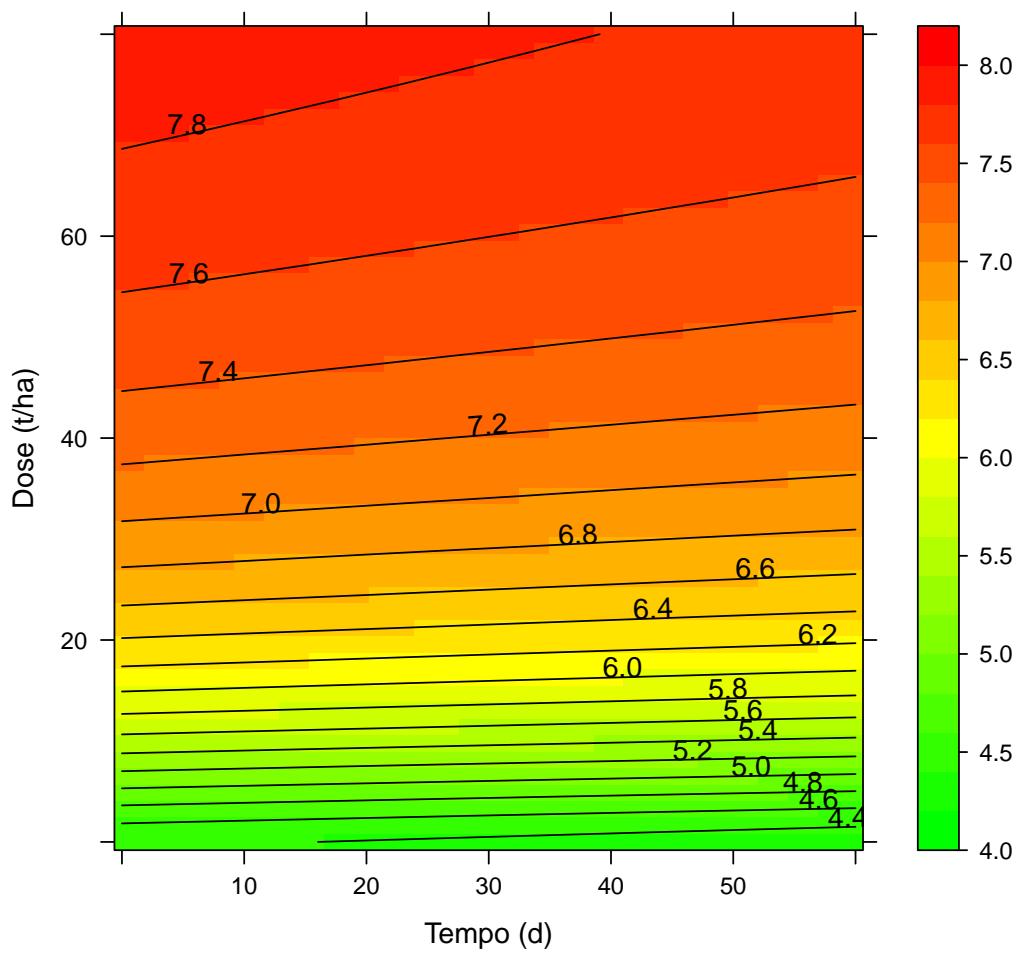


Figura 83: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Maringá)

10.2 Calcario

10.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	2.84	0.57	60.08	0.0000
DoseC	4	41.10	10.28	1088.03	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.98	0.15	15.79	0.0000
Residuals	60	0.57	0.01		

Tabela 26: Análise de variância para Maringa (Calcário x tempo)

10.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.70851   0.41812   6.478 4.56e-05 ***
b 1.28716   0.22347   5.760 0.000127 ***
c 6.42231   1.70468   3.767 0.003114 **
f 4.44818   0.05266  84.469 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.09267 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.99$$

10.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.4481439  0.4964782   4.931 4.01e-06 ***
b 1.1997947  0.2577606   4.655 1.18e-05 ***
c 6.5363617  2.4292994   2.691  0.00858 **
q 0.0047525  0.0009168   5.184 1.45e-06 ***
f 3.2958841  0.0643701  51.202 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2455 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 9

Achieved convergence tolerance: 2.387e-06

$$R^2 = 0.892$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

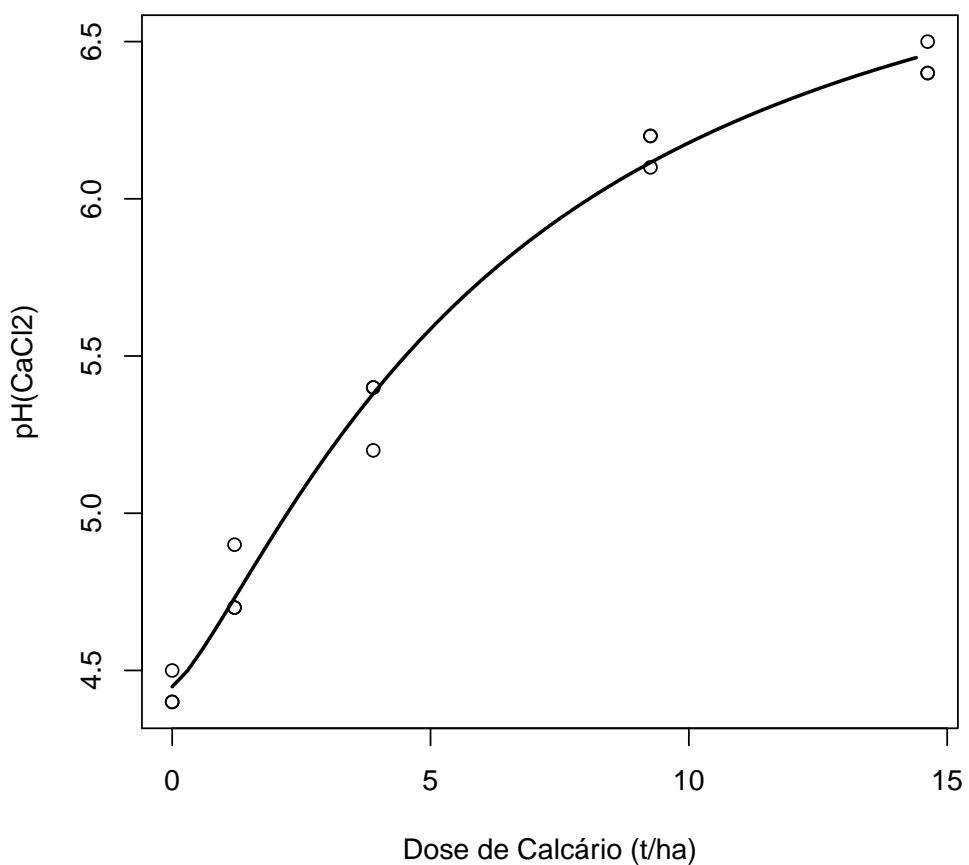


Figura 84: Resposta em função do Calcario (Maringá)

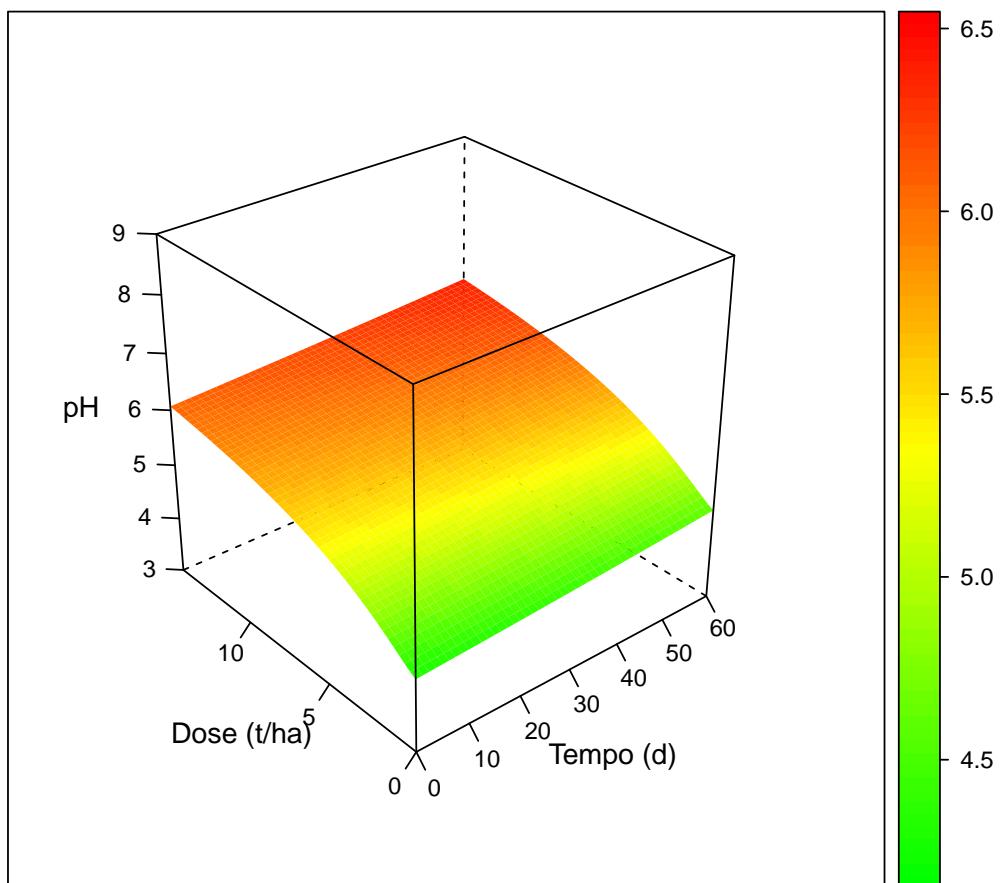


Figura 85: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Maringá)

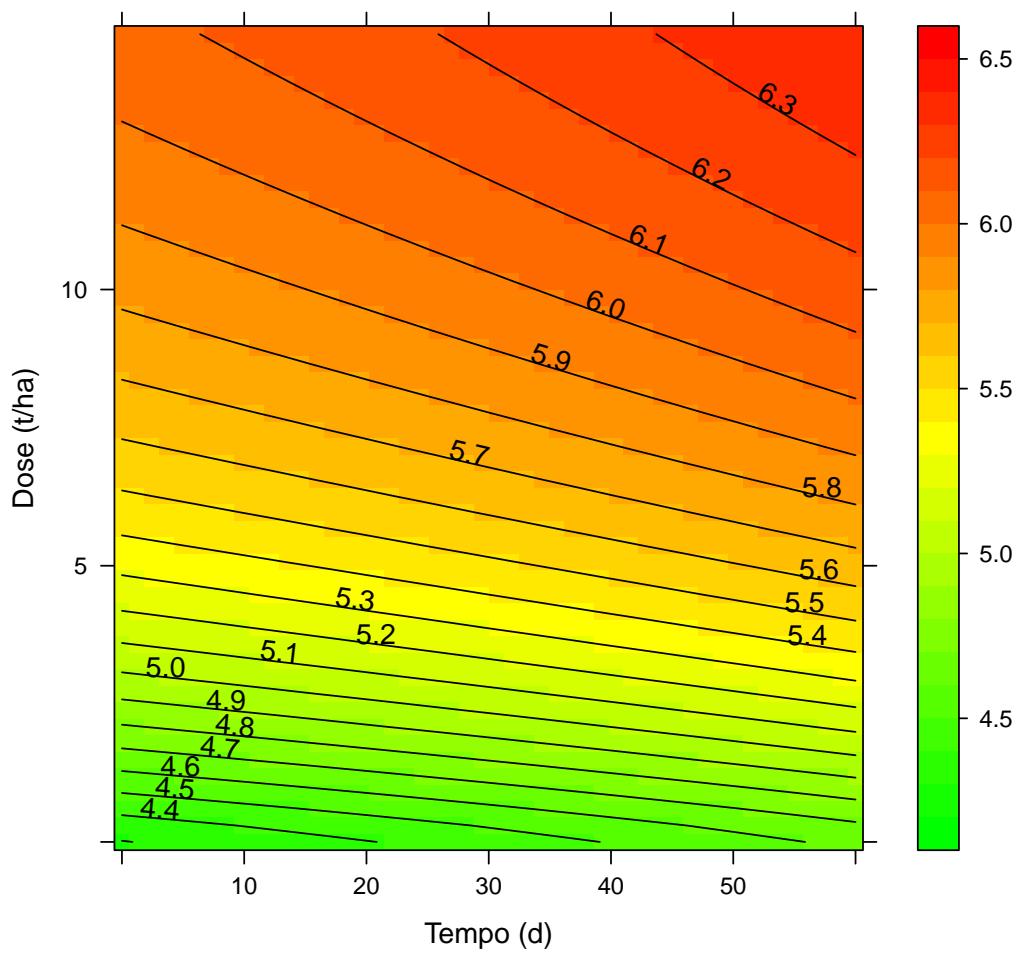


Figura 86: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Maringá)

10.3 Taxa Maxima e correspondencia

10.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.06985 0.14400 28.26 <2e-16 ***  
b 1.32525 0.08185 16.19 <2e-16 ***  
c 21.44718 1.35647 15.81 <2e-16 ***  
f 4.37346 0.03450 126.76 <2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1466 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: both X-convergence and relative convergence (5)

$R^2 = 0.987$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

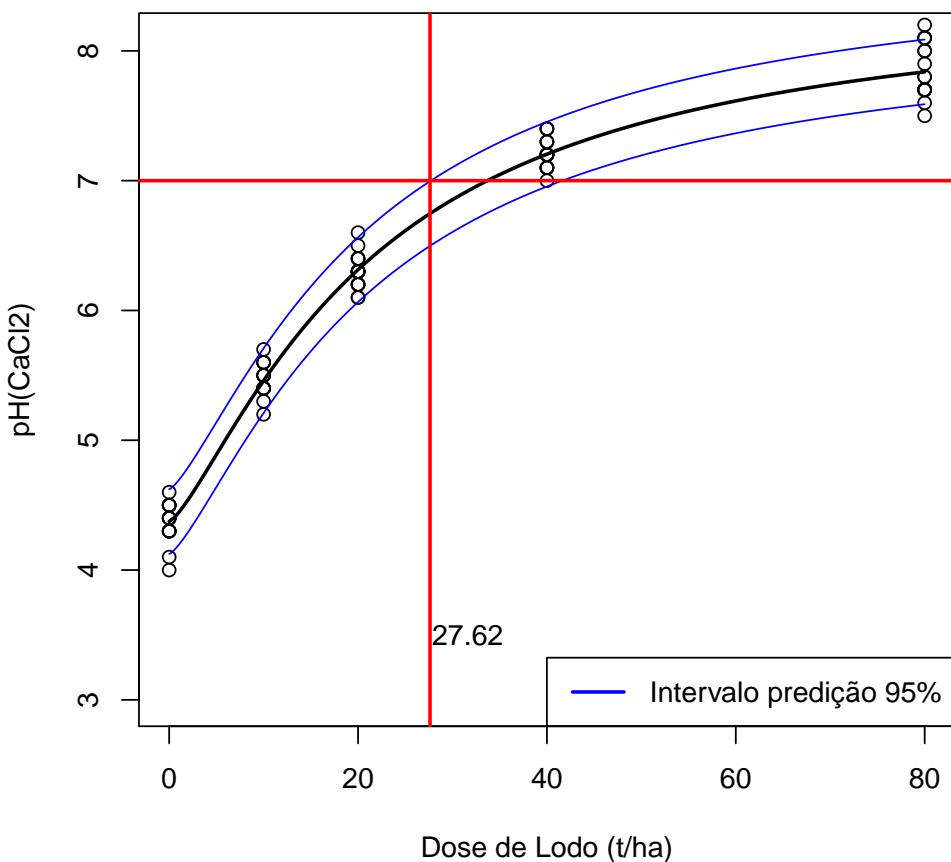
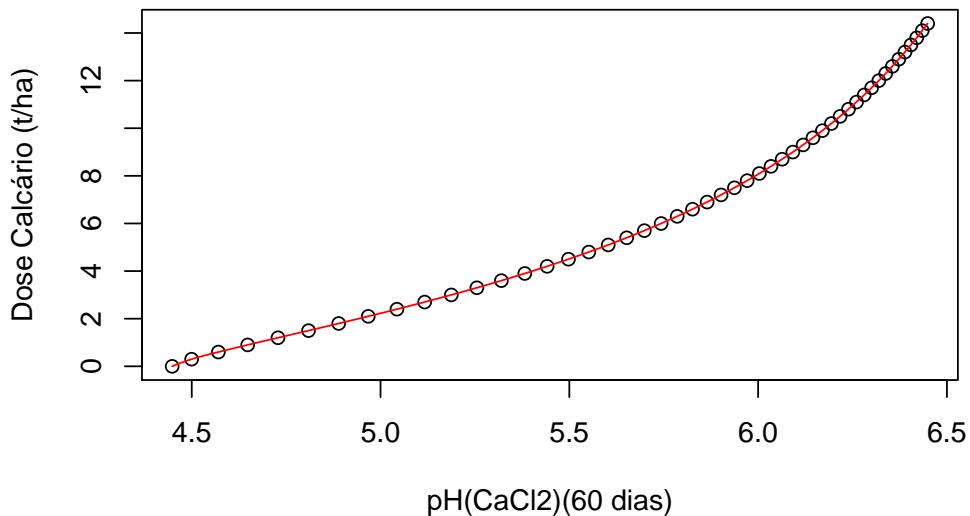


Figura 87: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Maringá)

10.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

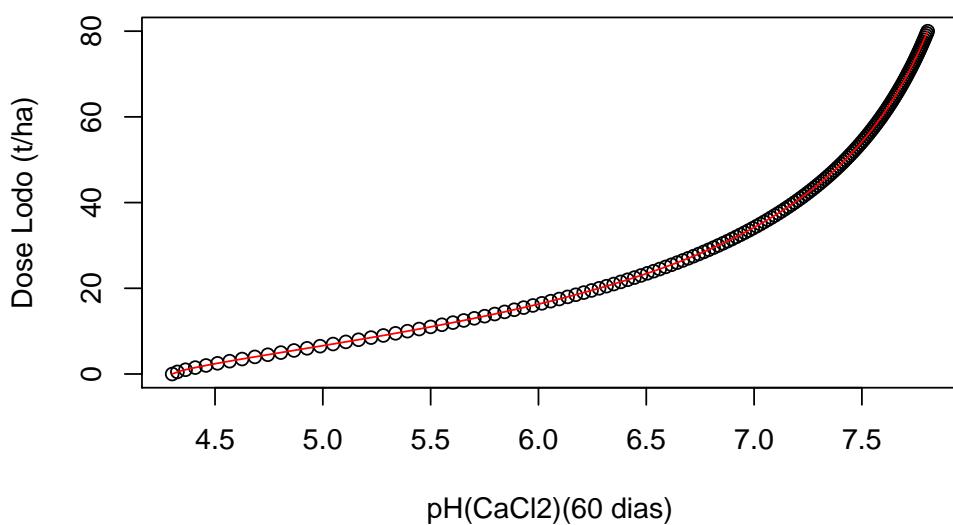


Figura 88: Função inversa das repostas (Maringá)

Corespondência entre função e sua inversa

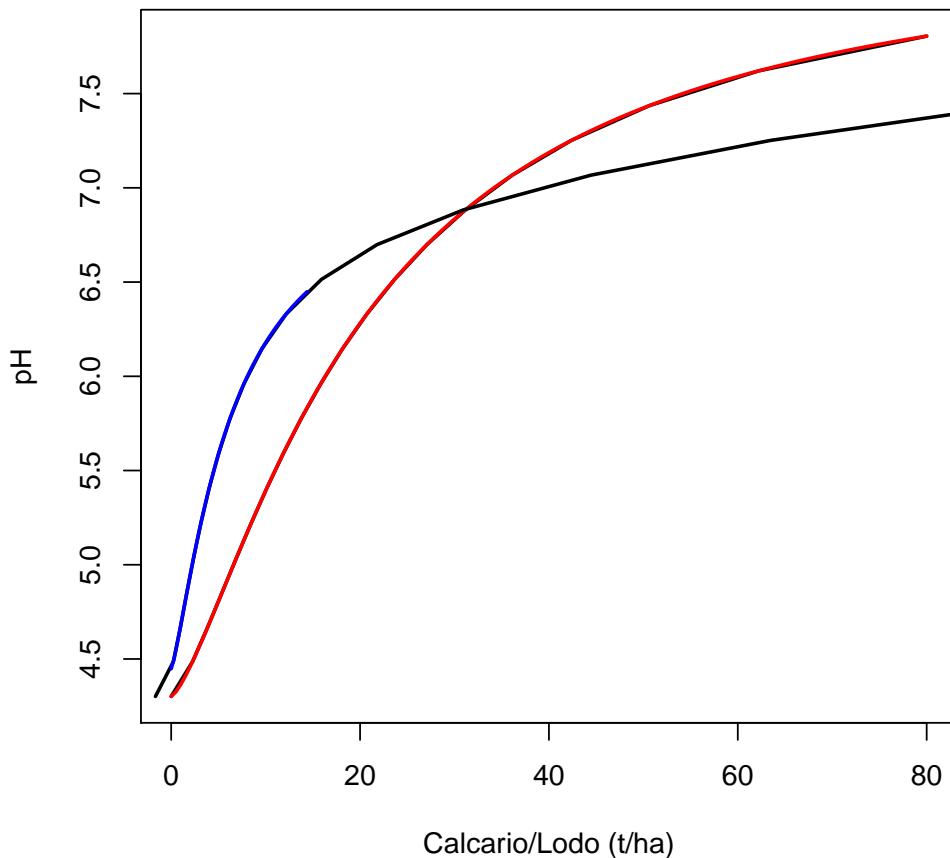
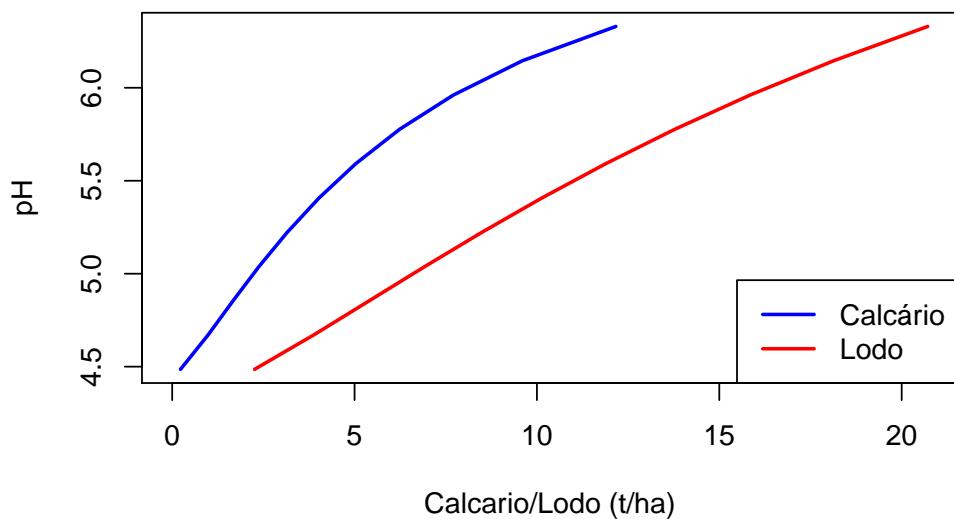


Figura 89: Correspondencia entre função e sua inversa (Maringá)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50	2.39	0.29	8.20
6	4.75	4.54	1.28	3.54
7	5.00	6.61	2.23	2.97
8	5.25	8.73	3.28	2.66
9	5.50	11.00	4.51	2.44
10	5.75	13.50	6.05	2.23
11	6.00	16.31	8.07	2.02
12	6.25	19.56	10.96	1.79
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 27: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Maringá)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

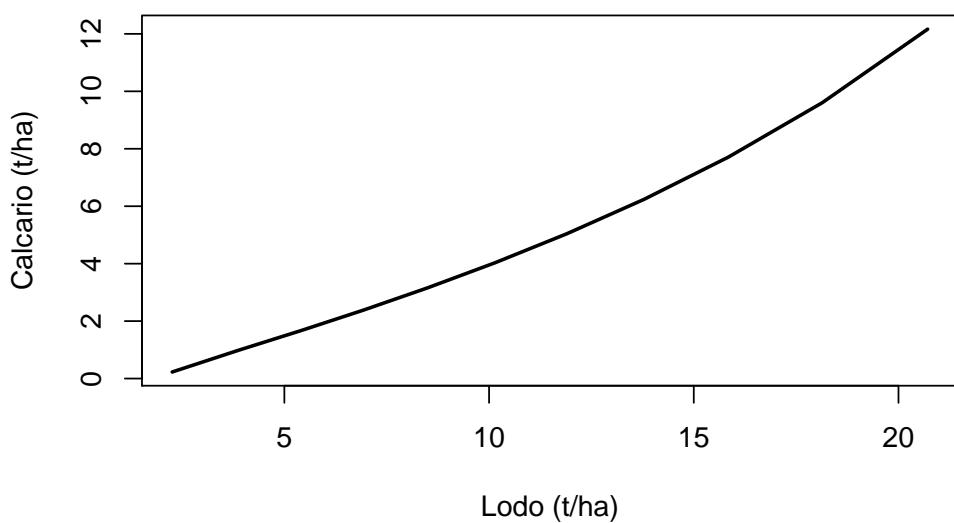


Figura 90: Correspondência no intervalo em comum (Maringá)

11 Paranavaí

11.1 Lodo

11.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	4.16	0.83	71.23	0.0000
DoseL	4	159.75	39.94	3423.12	0.0000
Tempo:DoseL	20	2.79	0.14	11.97	0.0000
Residuals	60	0.70	0.01		

Tabela 28: Análise de variância para Paranavai (Lodo x tempo)

11.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.85171 0.16050 23.998 7.51e-11 ***  
b 1.48131 0.21336 6.943 2.45e-05 ***  
c 10.62868 0.69022 15.399 8.64e-09 ***  
f 4.49652 0.07168 62.733 2.09e-15 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1242 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.994$$

11.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.991314 0.176056 22.671 < 2e-16 ***  
b 1.385894 0.179403 7.725 2.02e-11 ***  
c 12.135926 0.874155 13.883 < 2e-16 ***  
q 0.004248 0.001095 3.878 0.000207 ***  
f 3.348034 0.075352 44.432 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2847 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.959$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

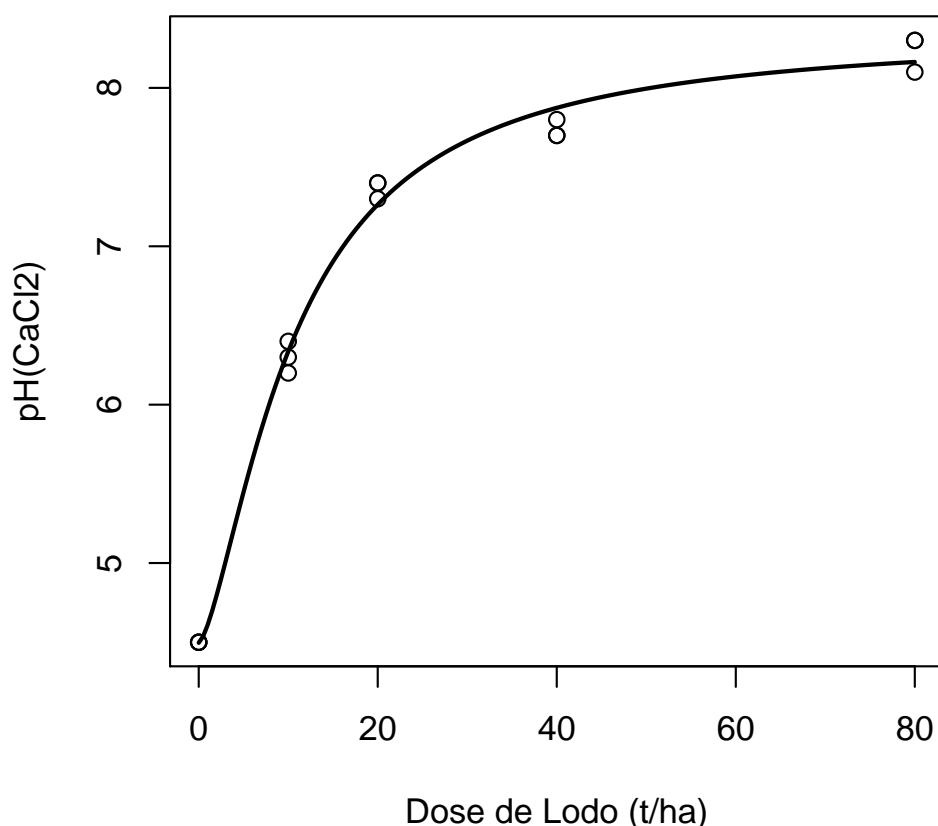


Figura 91: Resposta em função do Lodo (Paranavaí)

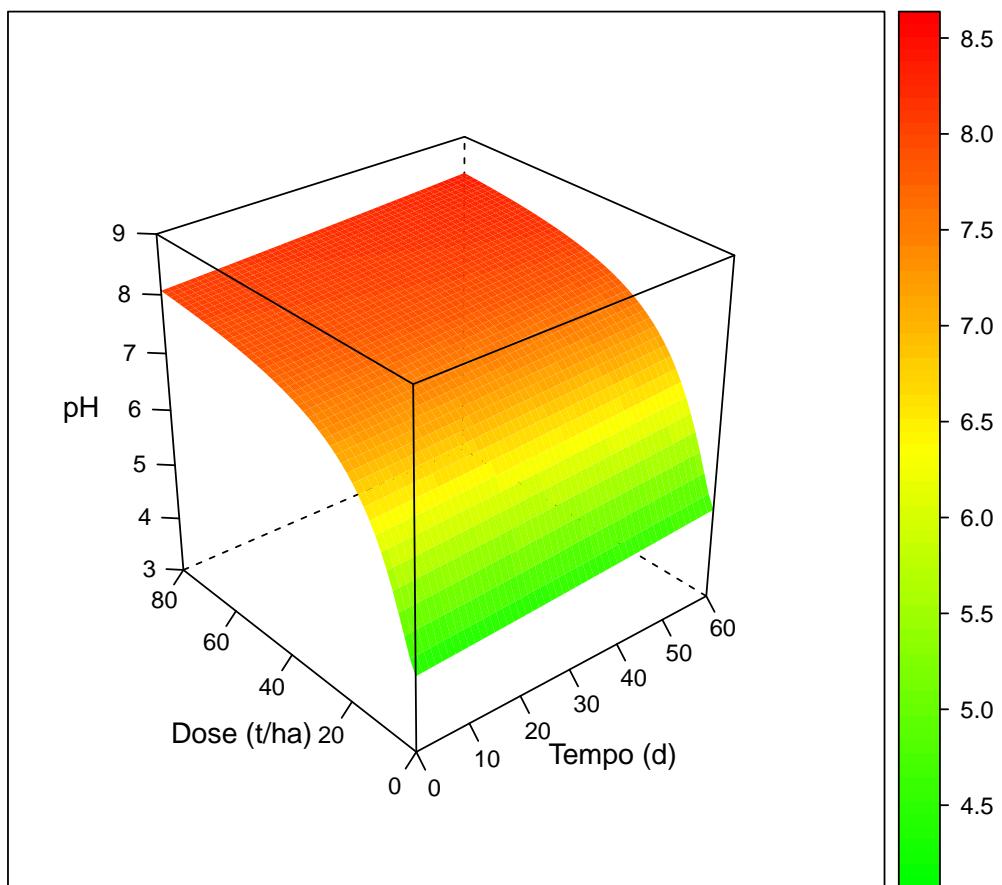


Figura 92: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Paranavai)

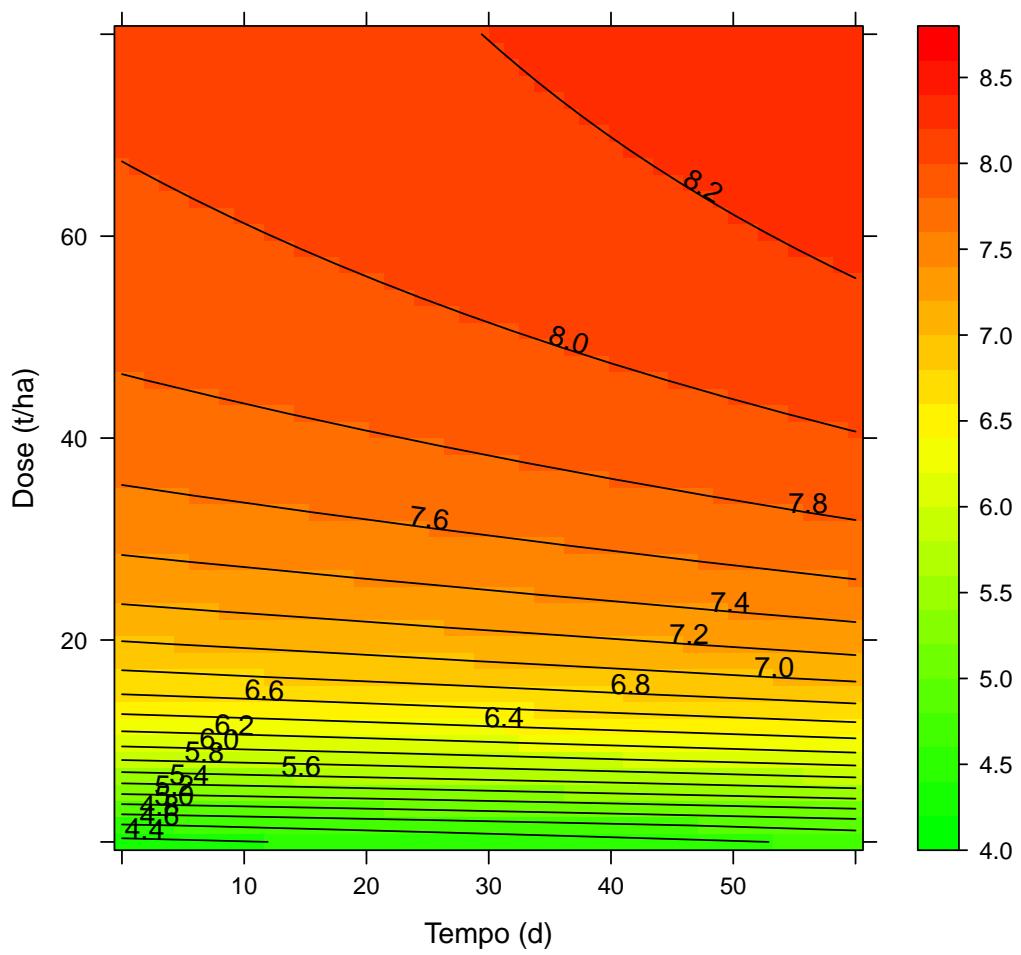


Figura 93: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Paranavai)

11.2 Calcario

11.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	5.78	1.16	174.25	0.0000
DoseC	5	41.02	8.20	1236.41	0.0000
Tempo:DoseC	25	3.01	0.12	18.16	0.0000
Residuals	54	0.36	0.01		

Tabela 29: Análise de variância para Paranavai (Calcário x tempo)

11.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.82416 0.27848 10.141 6.43e-07 ***  
b 1.16216 0.13236 8.781 2.67e-06 ***  
c 1.88067 0.34427 5.463 0.000197 ***  
f 4.43706 0.03712 119.541 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.06454 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.996$$

11.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.2699575 0.4949638 4.586 1.54e-05 ***  
b 1.3011581 0.3511027 3.706 0.000374 ***  
c 2.0302596 0.7086269 2.865 0.005252 **  
q 0.0065784 0.0009125 7.209 2.15e-10 ***  
f 3.3292385 0.0710408 46.864 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2726 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 9

Achieved convergence tolerance: 5.372e-06

$$R^2 = 0.874$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

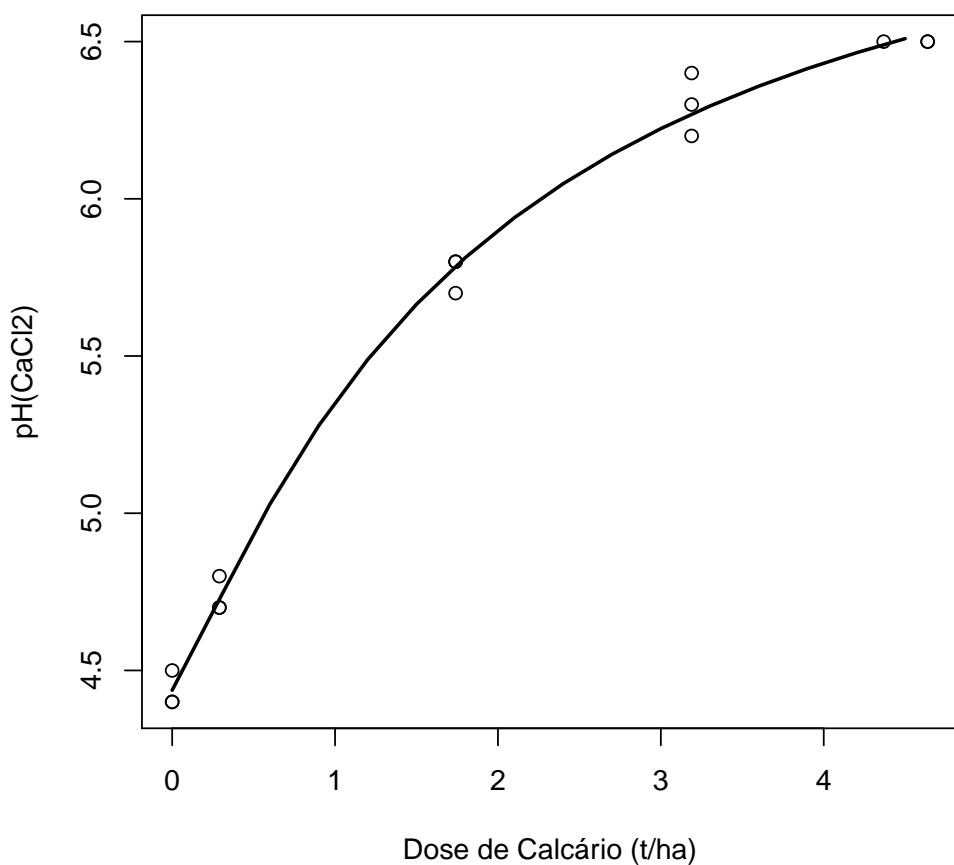


Figura 94: Resposta em função do Calcario (Paranavaí)

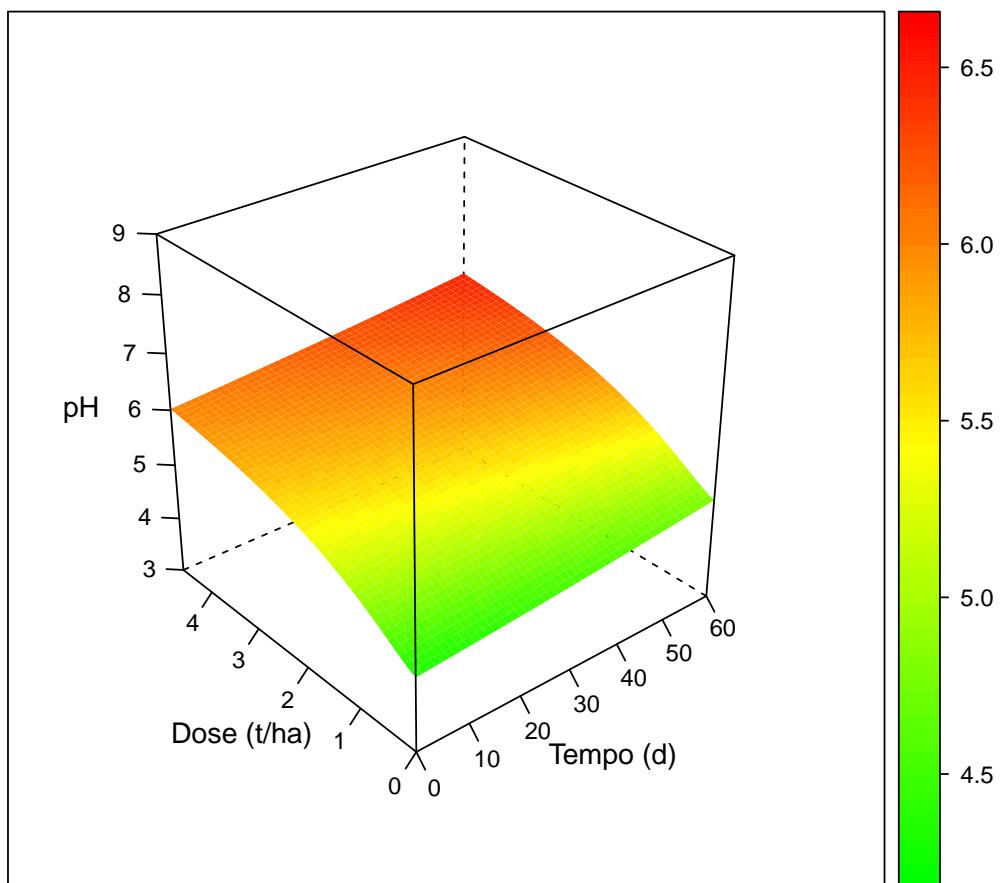


Figura 95: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Paranavai)

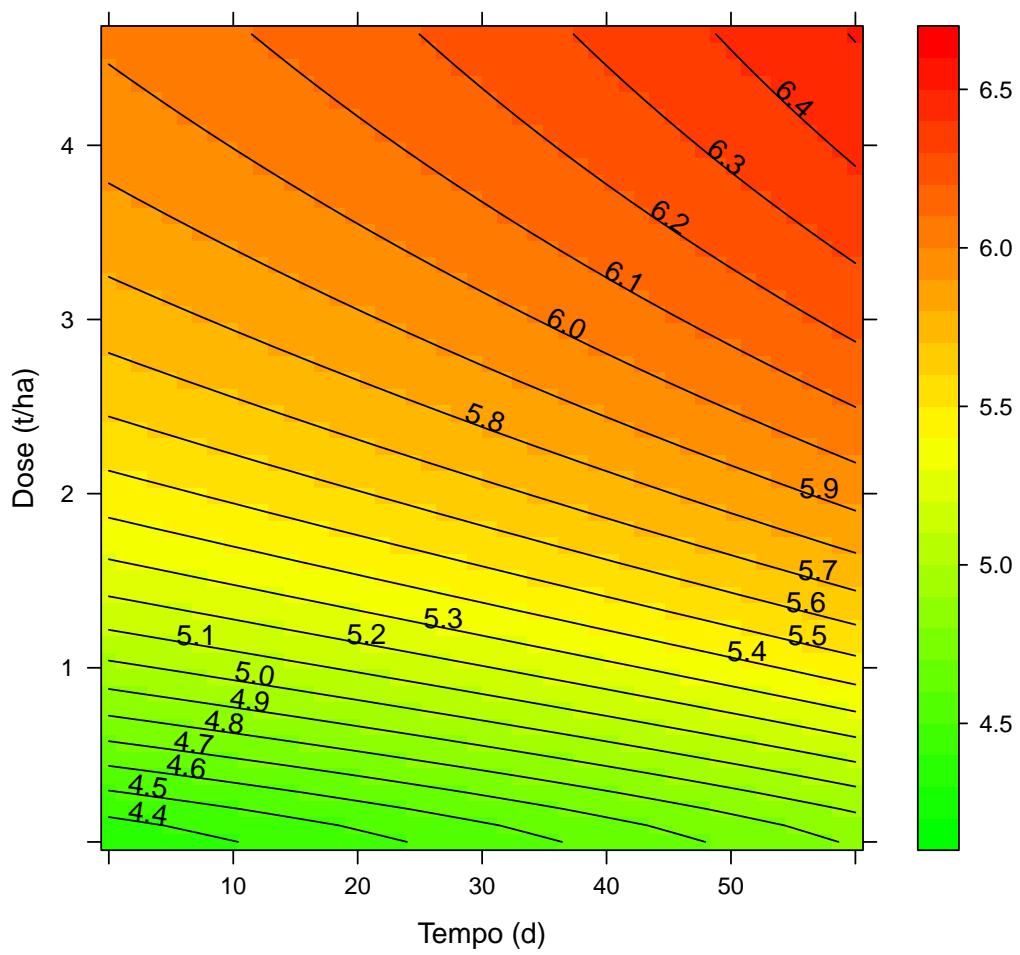


Figura 96: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Paranavai)

11.3 Taxa Maxima e correspondencia

11.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.99131 0.18759 21.28 < 2e-16 ***  
b 1.38589 0.19116 7.25 1.69e-10 ***  
c 12.13593 0.93142 13.03 < 2e-16 ***  
f 4.46943 0.07147 62.53 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.3033 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.953$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

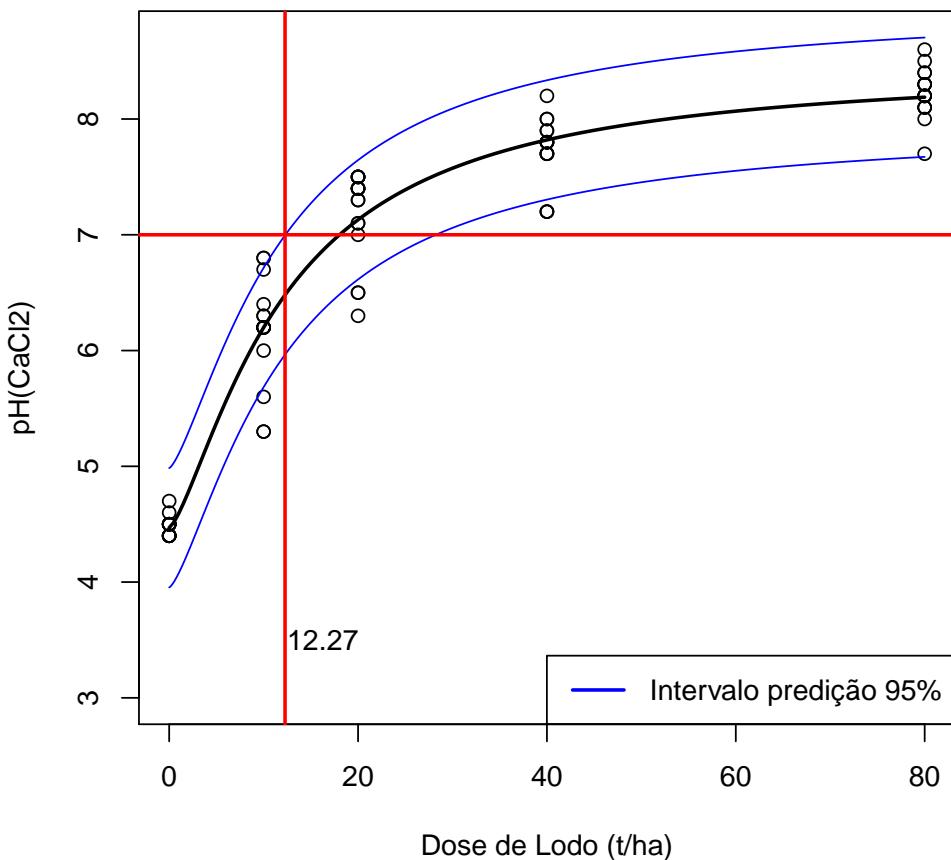
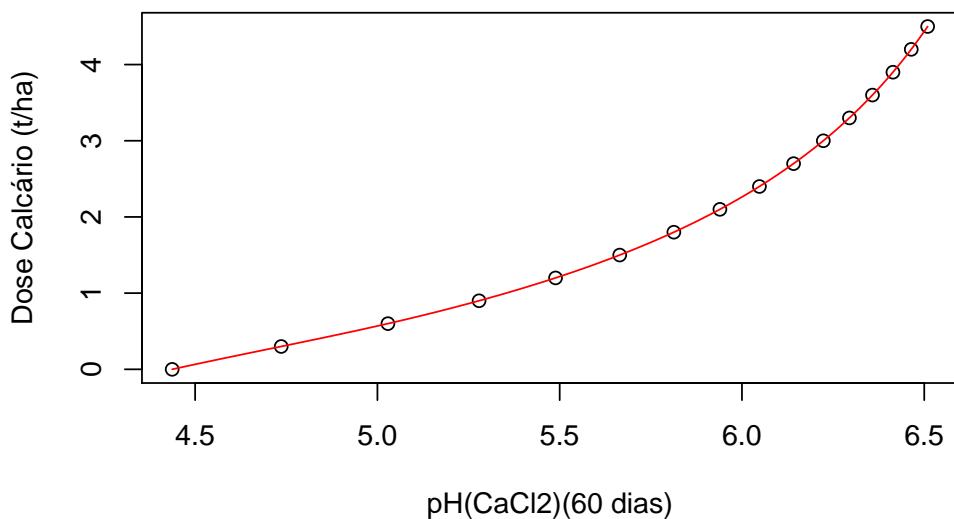


Figura 97: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Paranavaí)

11.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

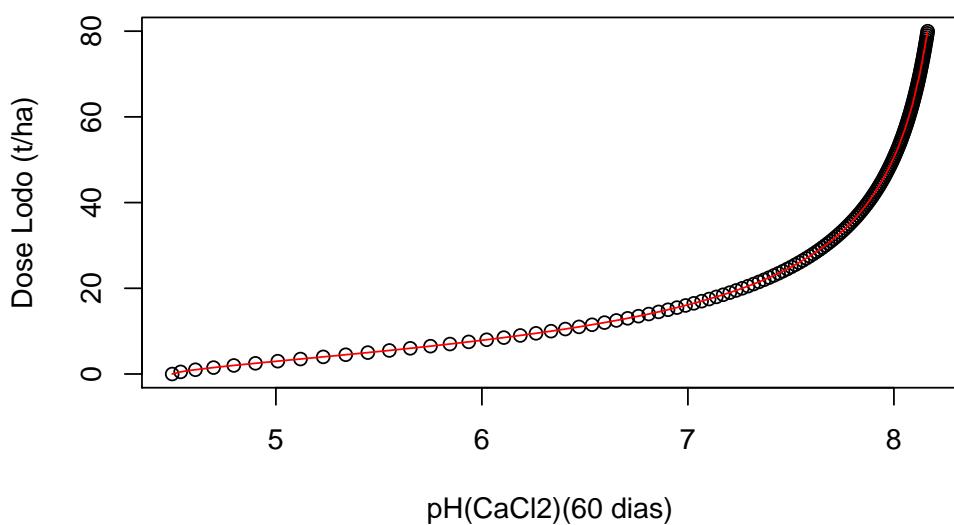


Figura 98: Função inversa das repostas (Paranavaí)

Corespondência entre função e sua inversa

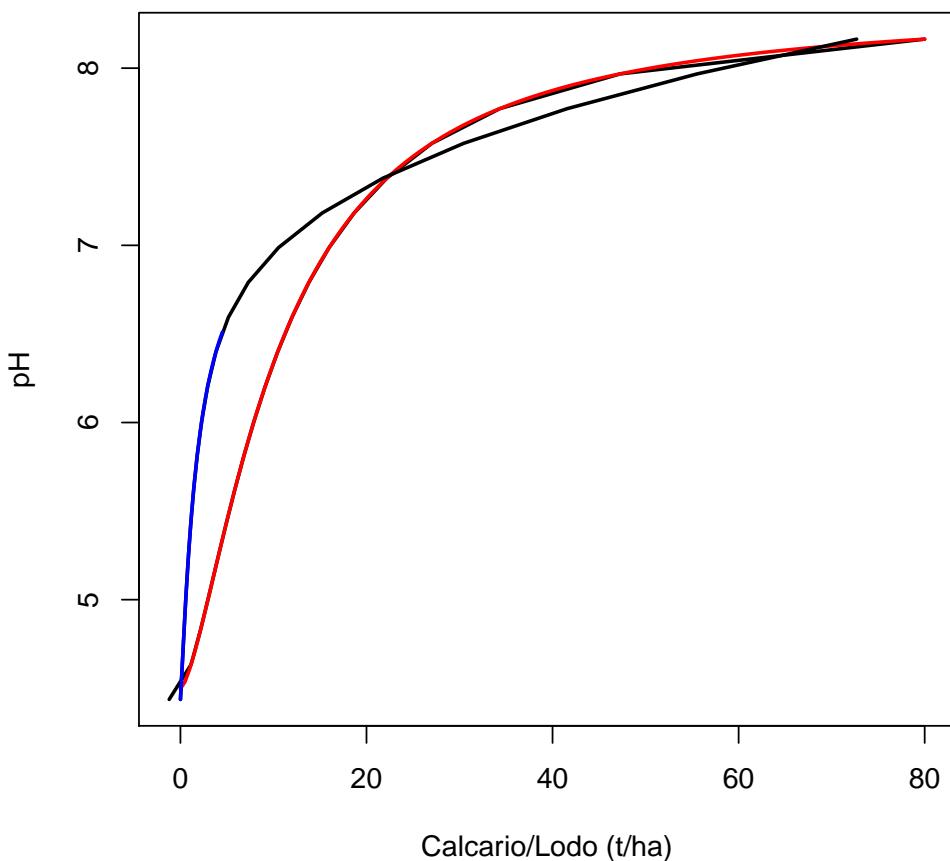
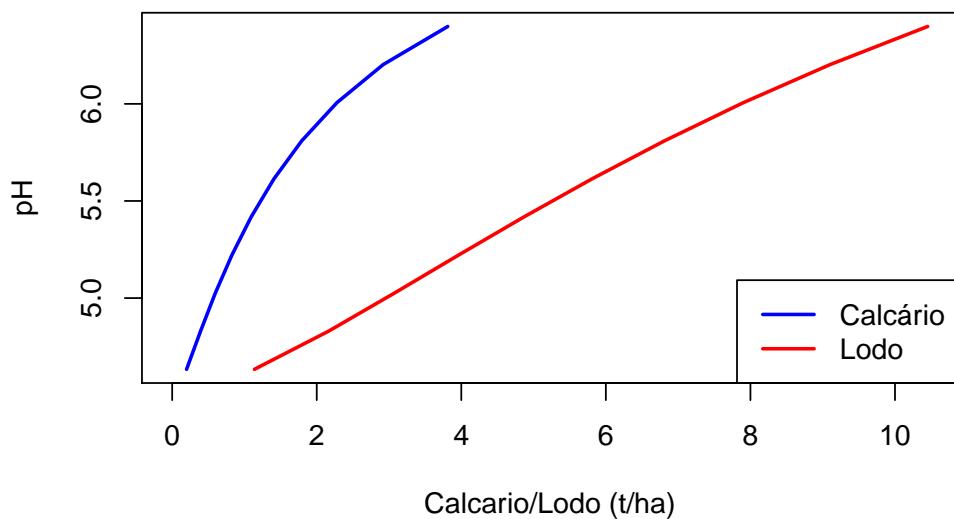


Figura 99: Correspondencia entre função e sua inversa (Paranavaí)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75	1.77	0.31	5.63
7	5.00	2.96	0.57	5.20
8	5.25	4.09	0.86	4.74
9	5.50	5.26	1.22	4.32
10	5.75	6.50	1.67	3.90
11	6.00	7.87	2.26	3.48
12	6.25	9.42	3.11	3.03
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 30: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Paranavai)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

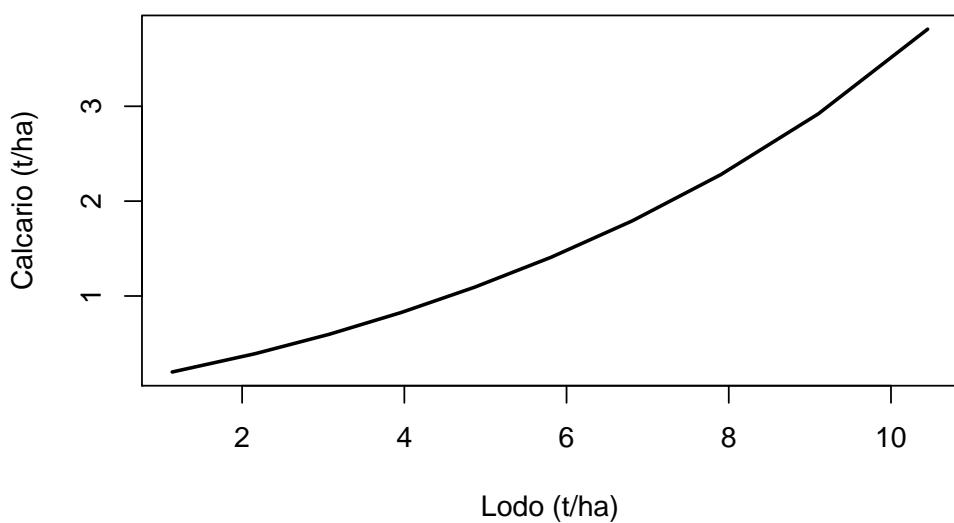


Figura 100: Correspondência no intervalo em comum (Paranavaí)

12 Ponta Grossa

12.1 Lodo

12.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	2.70	0.54	52.22	0.0000
DoseL	4	185.36	46.34	4484.45	0.0000
Tempo:DoseL	20	2.81	0.14	13.62	0.0000
Residuals	60	0.62	0.01		

Tabela 31: Análise de variância para Ponta Grossa (Lodo x tempo)

12.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.04902 0.18430 21.970 1.95e-10 ***  
b 1.51127 0.24829 6.087 7.89e-05 ***  
c 10.29161 0.72639 14.168 2.07e-08 ***  
f 4.53211 0.08565 52.914 1.35e-14 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1484 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.992$

12.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.613871 0.236956 19.471 < 2e-16 ***  
b 1.121763 0.137814 8.140 2.96e-12 ***  
c 13.255540 1.290516 10.272 < 2e-16 ***  
q -0.005634 0.001719 -3.277 0.00152 **  
f 3.624115 0.068354 53.020 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2487 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.973$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

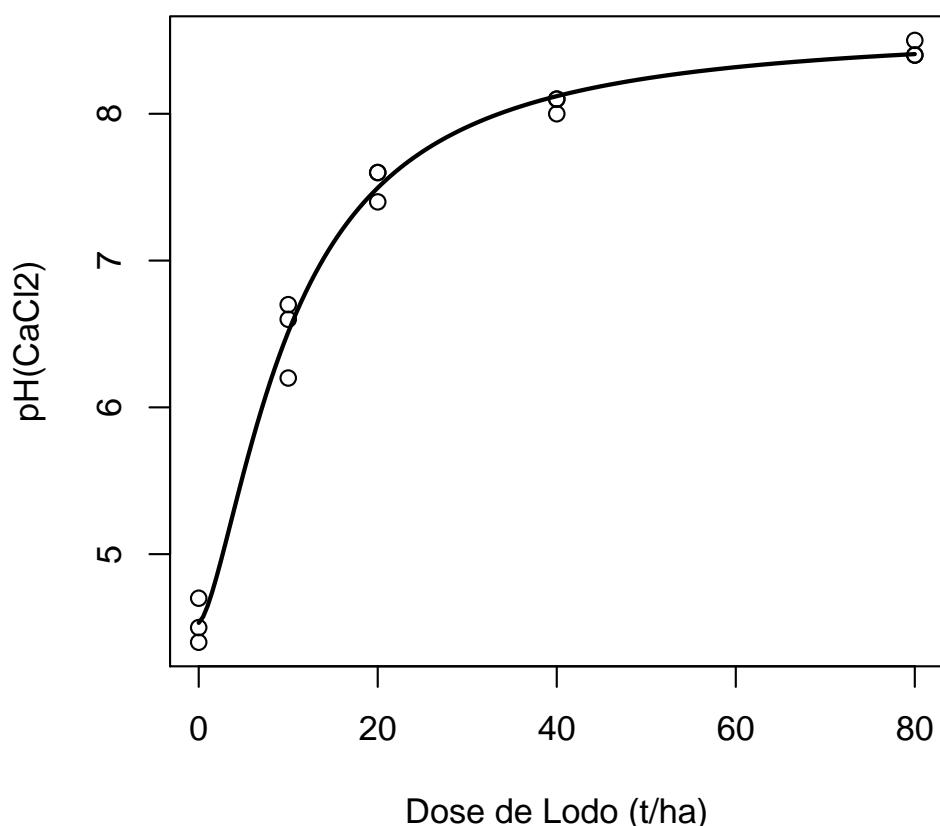


Figura 101: Resposta em função do Lodo (Ponta Grossa)

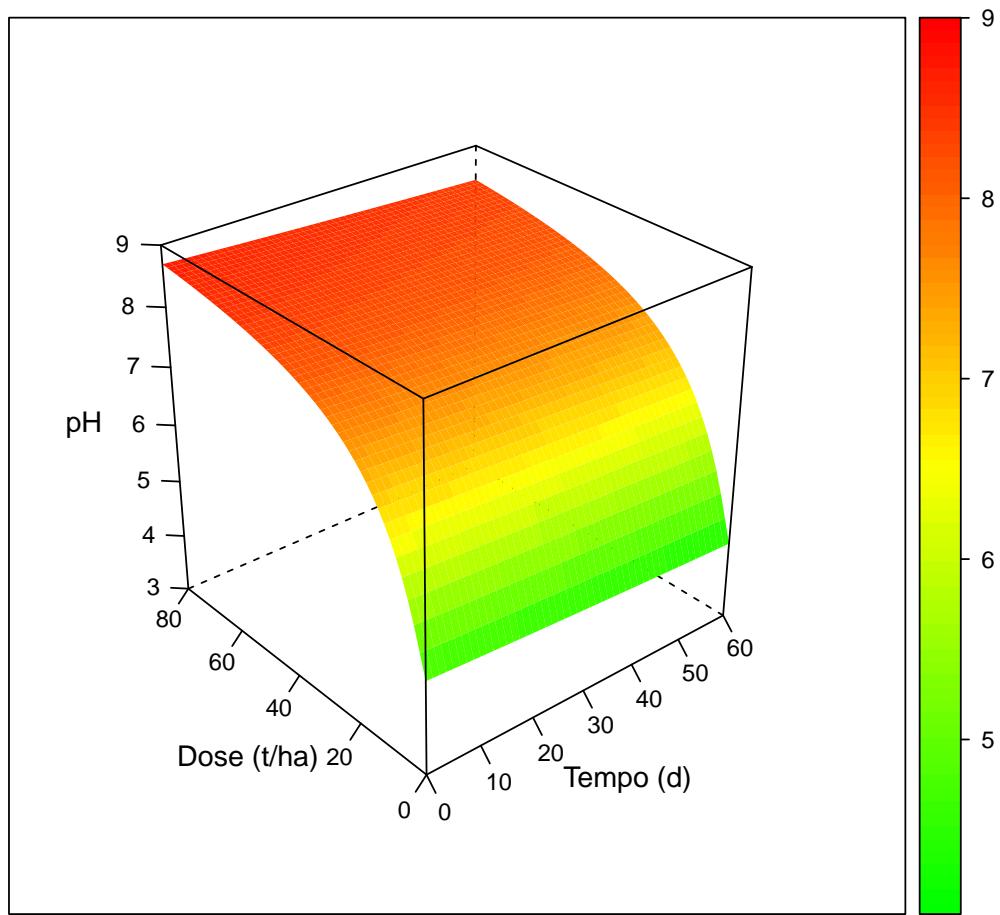


Figura 102: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Ponta Grossa)

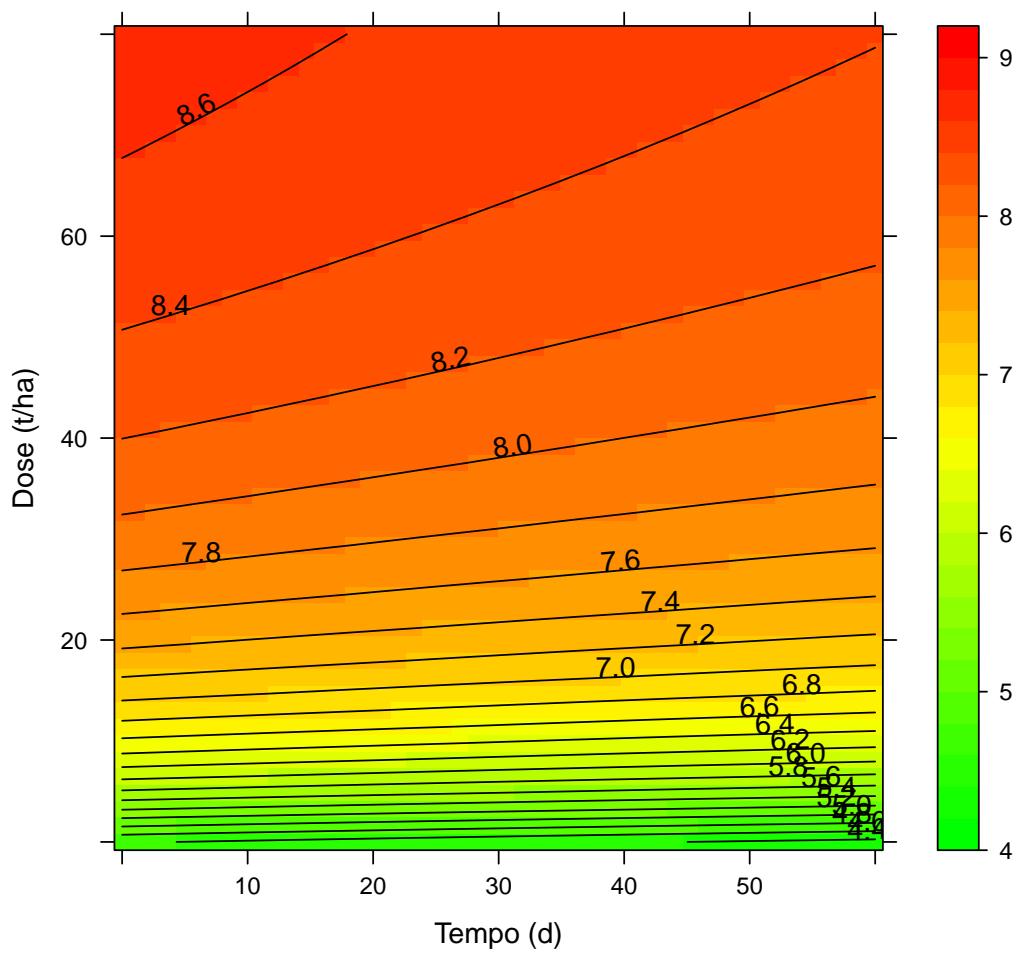


Figura 103: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Ponta Grossa)

12.2 Calcario

12.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	5.66	1.13	237.01	0.0000
DoseC	4	34.94	8.73	1828.12	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.29	0.11	23.92	0.0000
Residuals	60	0.29	0.00		

Tabela 32: Análise de variância para Ponta Grossa (Calcário x tempo)

12.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.07799 0.17174 12.099 1.07e-07 ***  
b 2.41144 0.45152 5.341 0.000237 ***  
c 3.45652 0.26421 13.082 4.77e-08 ***  
f 4.50411 0.02917 154.393 < 2e-16 ***
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.06522 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: both X-convergence and relative convergence (5)

$$R^2 = 0.995$$

12.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.150986 0.720311 2.986 0.00369 **  
b 1.606571 0.650238 2.471 0.01548 *  
c 4.344101 1.872801 2.320 0.02276 *  
q 0.003659 0.001184 3.090 0.00270 **  
f 3.477311 0.074446 46.709 < 2e-16 ***
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.297 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 10

Achieved convergence tolerance: 1.434e-06

$$R^2 = 0.826$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

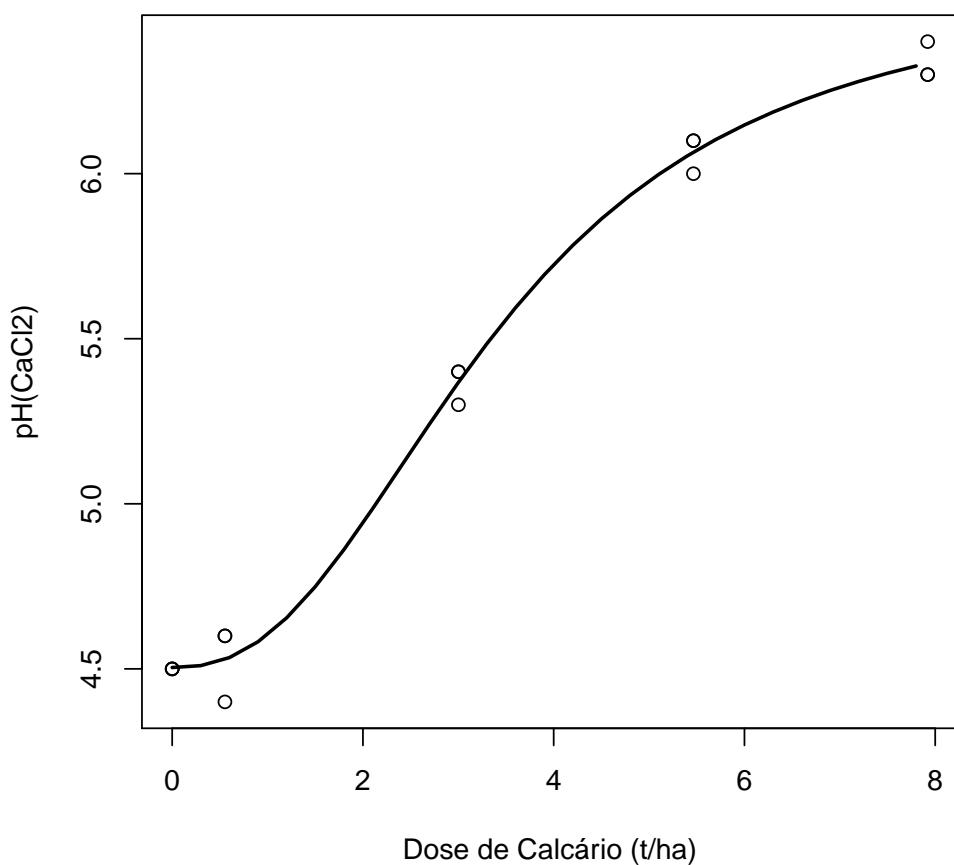


Figura 104: Resposta em função do Calcario (Ponta Grossa)

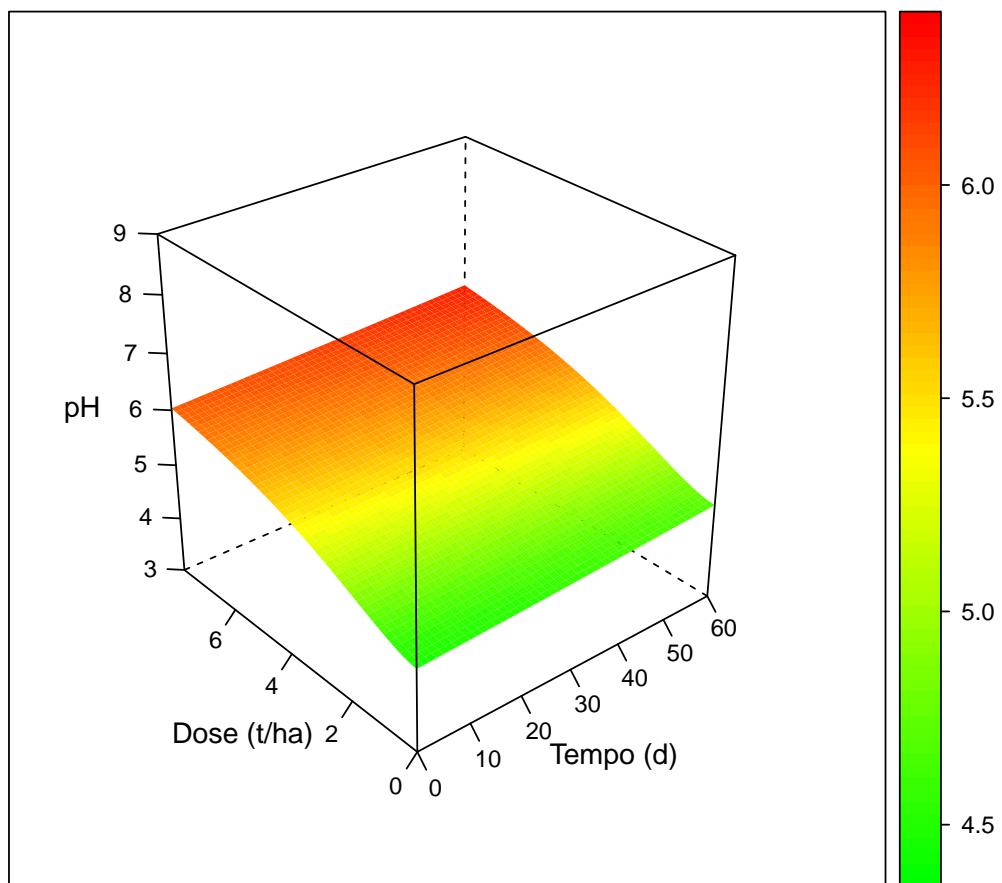


Figura 105: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Ponta Grossa)

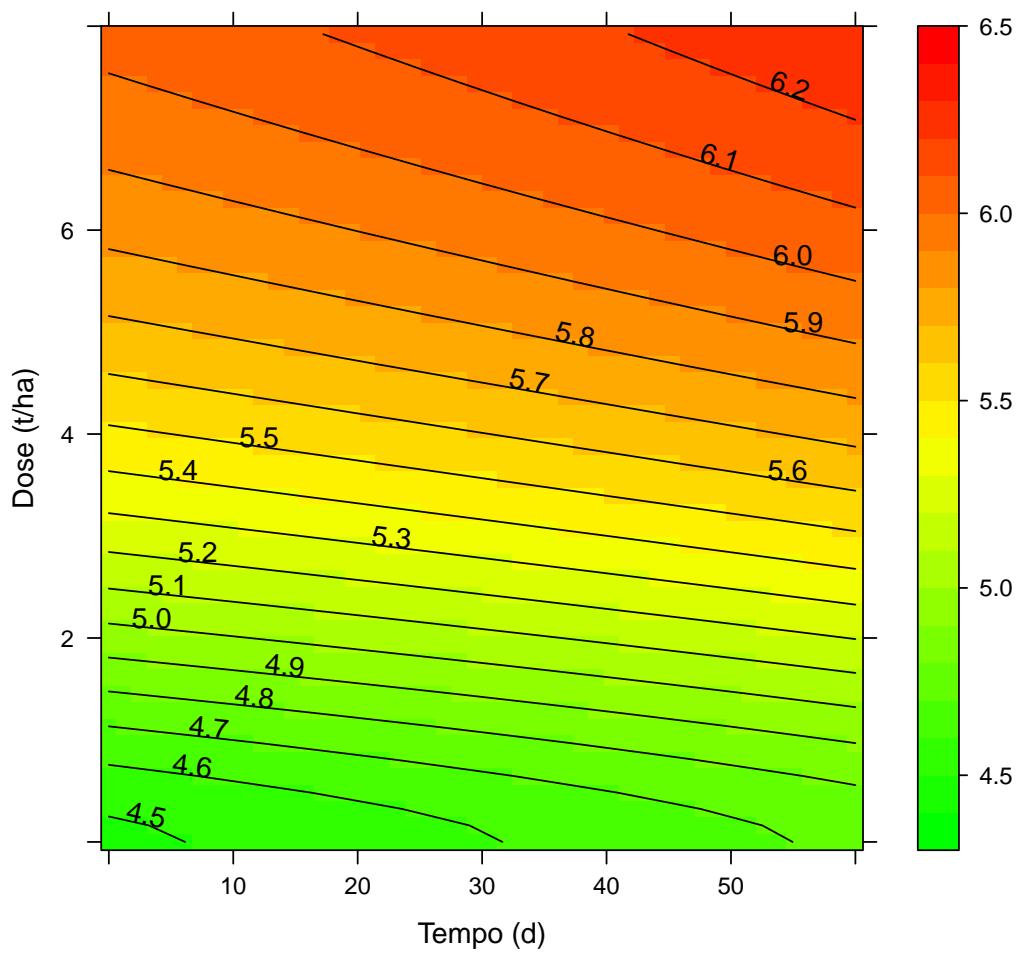


Figura 106: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Ponta Grossa)

12.3 Taxa Maxima e correspondencia

12.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.61387 0.25461 18.122 < 2e-16 ***  
b 1.12176 0.14808 7.575 3.79e-11 ***  
c 13.25554 1.38665 9.559 3.57e-15 ***  
f 4.49399 0.06298 71.354 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2673 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.968$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

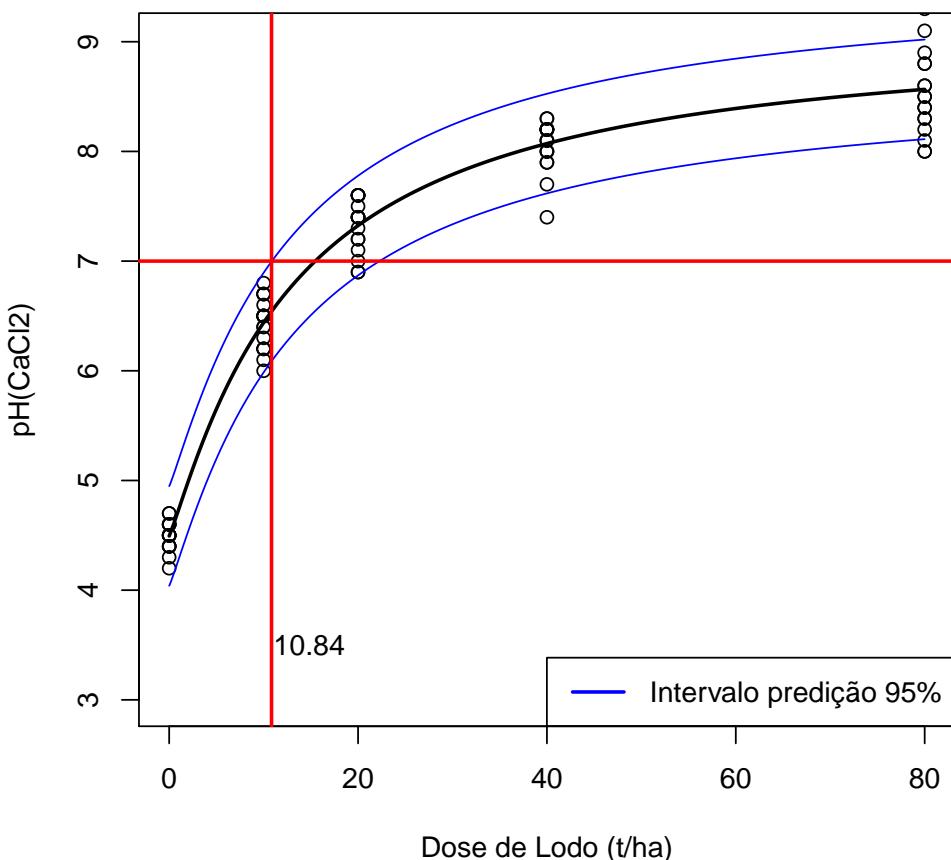
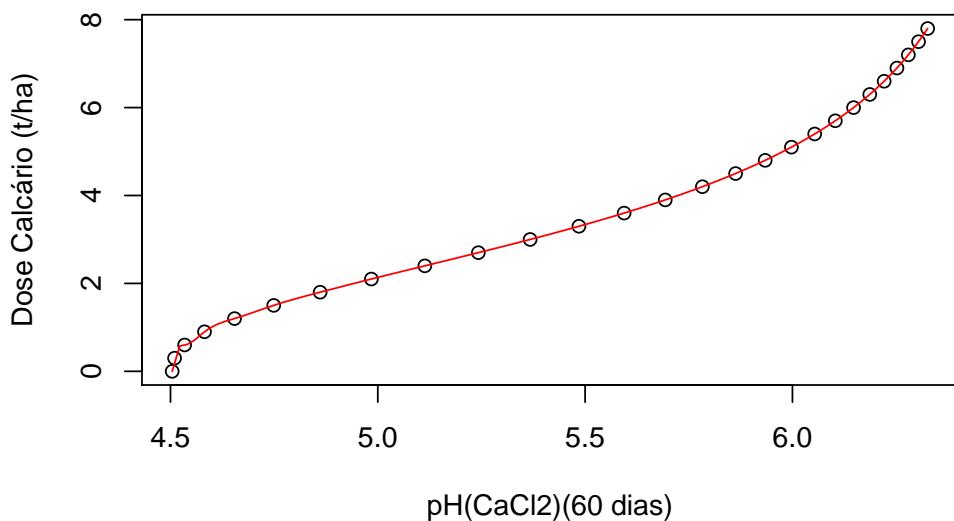


Figura 107: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Ponta Grossa)

12.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

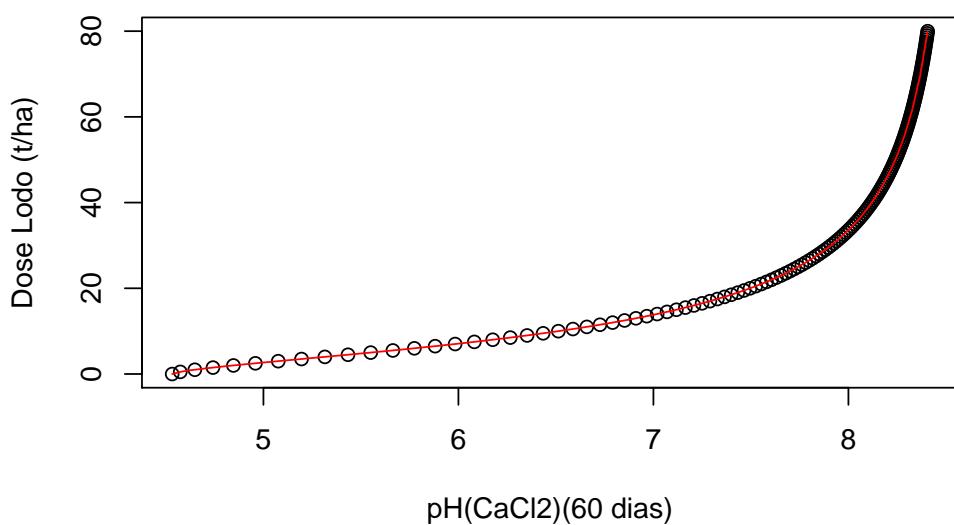


Figura 108: Função inversa das repostas (Ponta Grossa)

Corespondência entre função e sua inversa

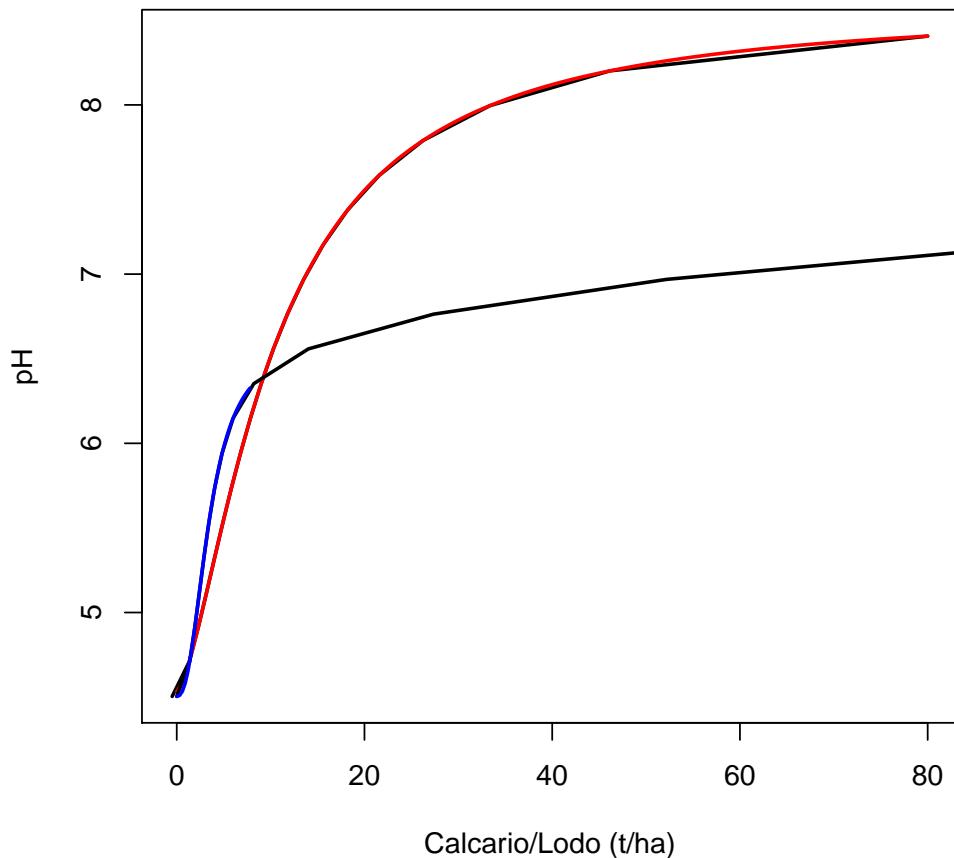
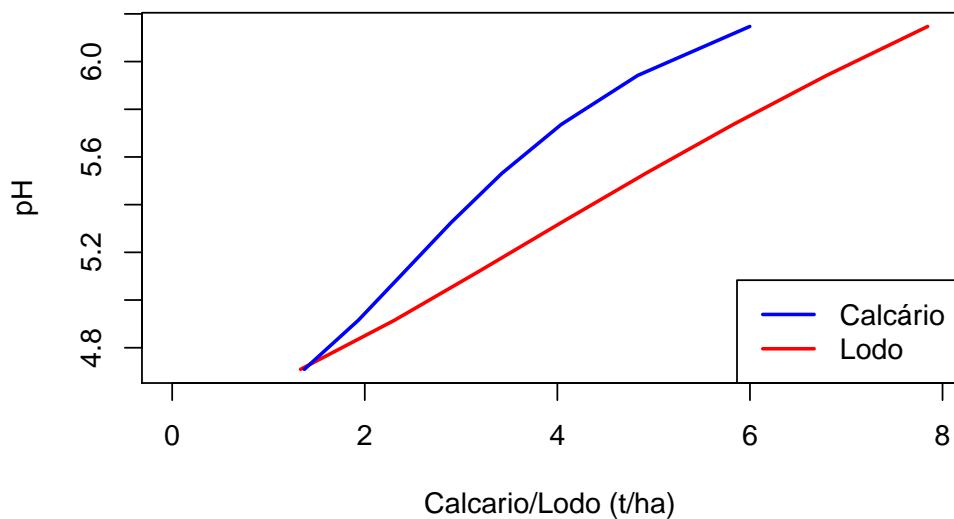


Figura 109: Correspondencia entre função e sua inversa (Ponta Grossa)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75	1.54	1.49	1.03
7	5.00	2.68	2.14	1.25
8	5.25	3.73	2.72	1.37
9	5.50	4.78	3.34	1.43
10	5.75	5.89	4.09	1.44
11	6.00	7.08	5.12	1.38
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 33: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Ponta Grossa)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

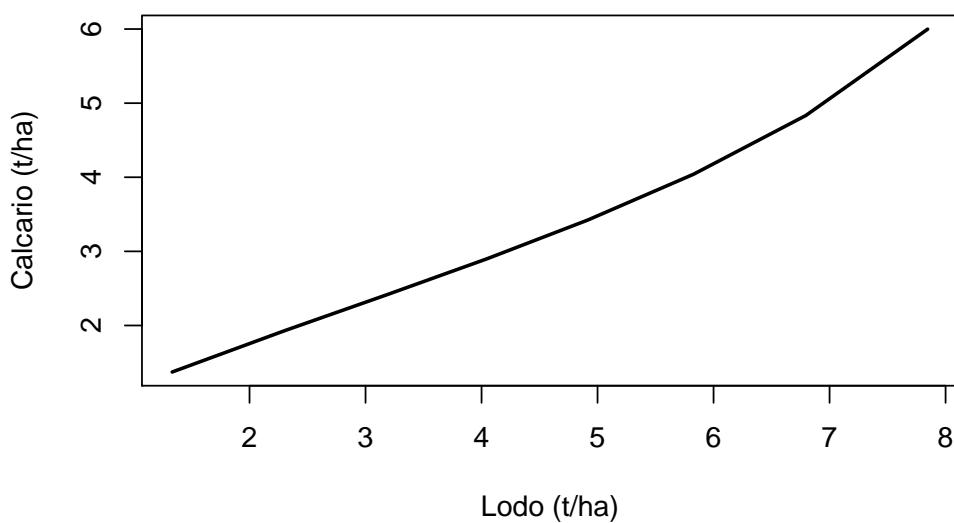


Figura 110: Correspondência no intervalo em comum (Ponta Grossa)

13 Telemaco Borba

13.1 Lodo

13.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.83	0.17	14.05	0.0000
DoseL	4	213.25	53.31	4526.54	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.53	0.03	2.24	0.0087
Residuals	60	0.71	0.01		

Tabela 34: Análise de variância para Telemaco Borba (Lodo x tempo)

13.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.7428 0.2056 23.07 1.15e-10 ***  
b 1.5804 0.1331 11.87 1.30e-07 ***  
c 21.1245 1.4366 14.70 1.41e-08 ***  
f 3.7163 0.0661 56.22 6.95e-15 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1149 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 8

Achieved convergence tolerance: 3.555e-06

$R^2 = 0.996$

13.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.9869866 0.1367299 36.473 < 2e-16 ***  
b 1.4205904 0.0687808 20.654 < 2e-16 ***  
c 22.1309563 1.0266973 21.555 < 2e-16 ***  
q -0.0031134 0.0009061 -3.436 0.000916 ***  
f 2.8510195 0.0412561 69.105 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.152 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.991$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

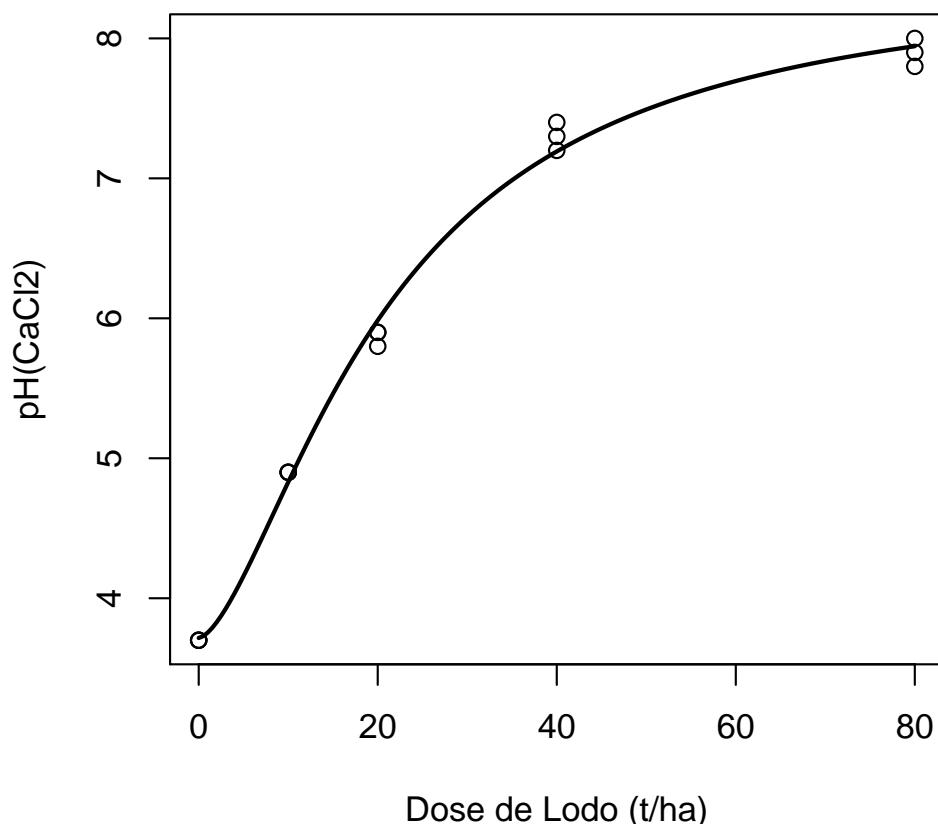


Figura 111: Resposta em função do Lodo (Telemaco Borba)

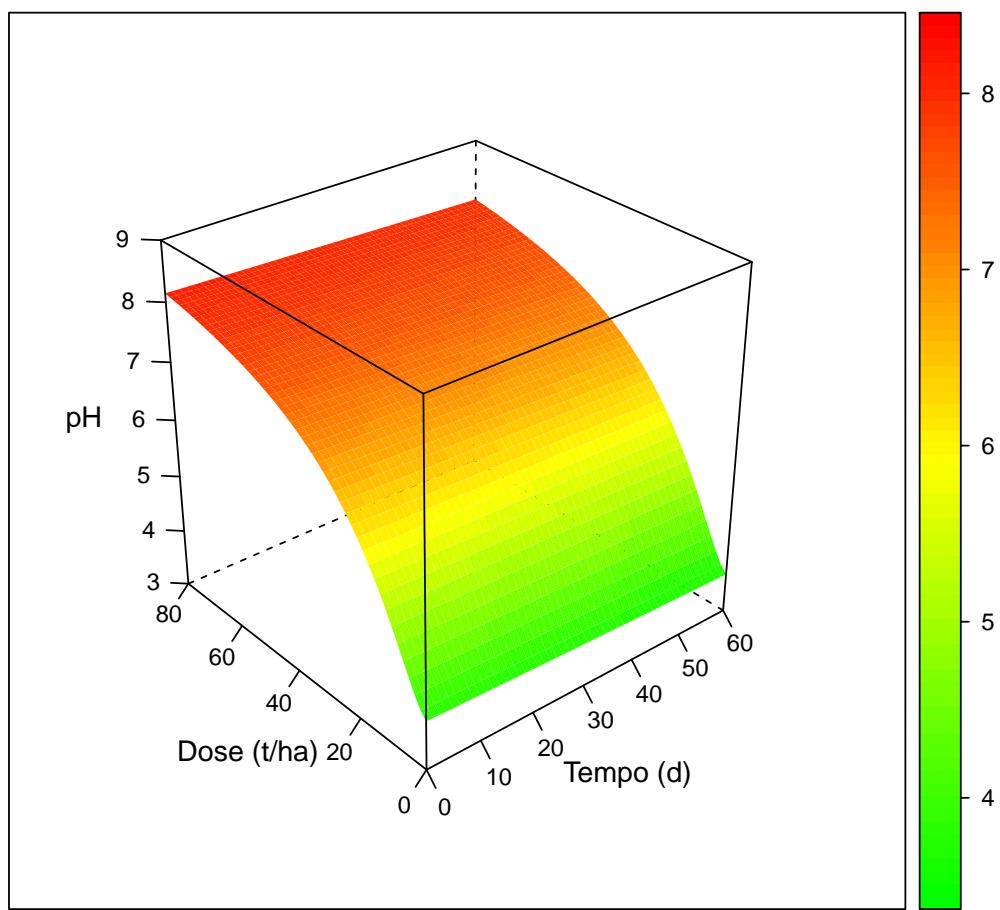


Figura 112: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Telemaco Borba)

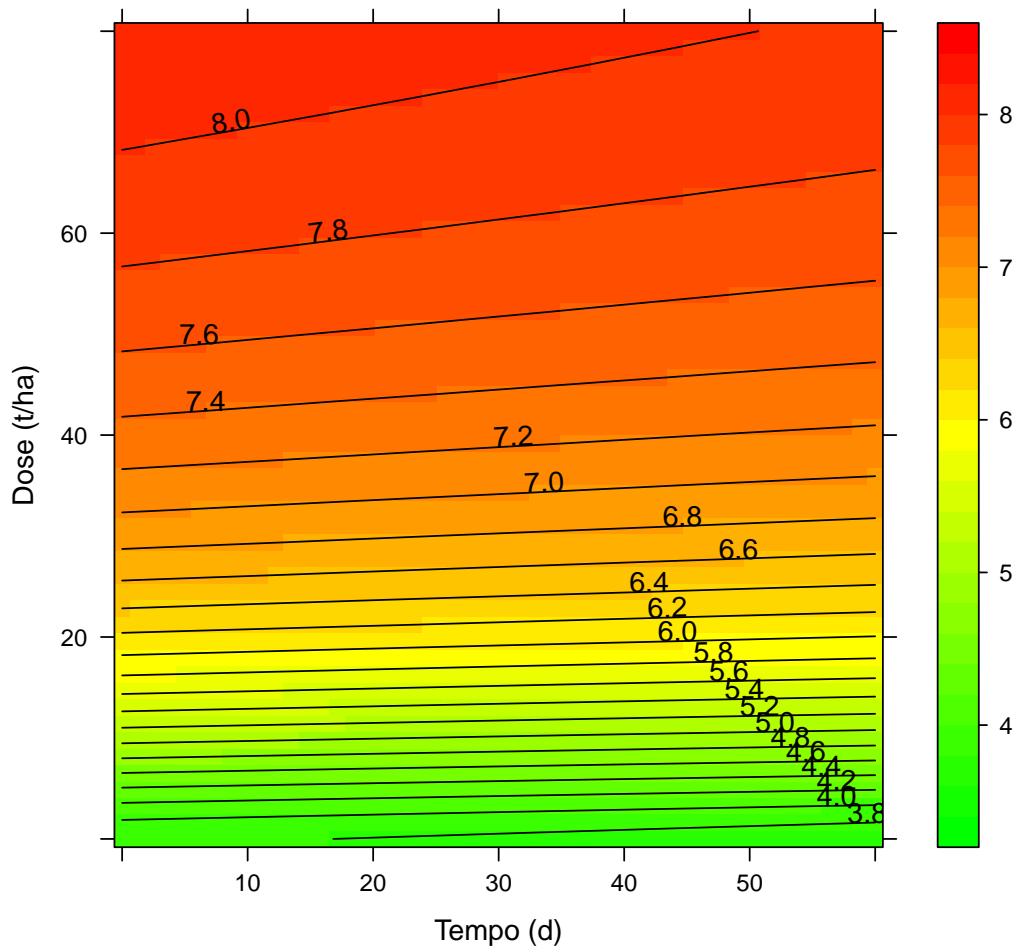


Figura 113: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Telemaco Borba)

13.2 Calcario

13.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	9.16	1.83	211.40	0.0000
DoseC	4	50.83	12.71	1466.25	0.0000
Tempo:DoseC	20	4.55	0.23	26.25	0.0000
Residuals	60	0.52	0.01		

Tabela 35: Análise de variância para Telemaco Borba (Calcário x tempo)

13.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 4.66867  1.54517  3.021  0.0116 *
b 1.30245  0.25108  5.187  0.0003 ***
c 14.51500  7.17563  2.023  0.0681 .
f  3.83839  0.05869 65.403 1.32e-15 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.1018 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.991$$

13.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.018935  0.975479  3.095  0.00267 **
b 1.500626  0.446678  3.360  0.00117 **
c 9.706931  4.472749  2.170  0.03278 *
q 0.006733  0.001215  5.544 3.27e-07 ***
f 2.629559  0.096116 27.358 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.3662 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.825$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

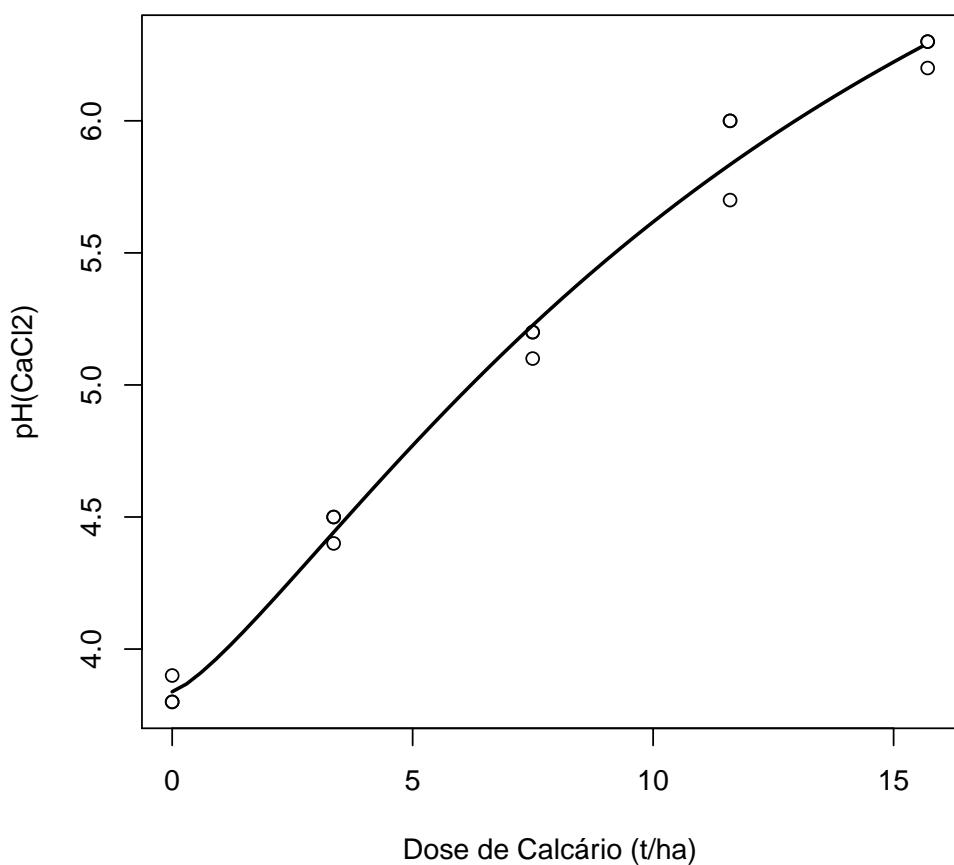


Figura 114: Resposta em função do Calcario (Telemaco Borba)

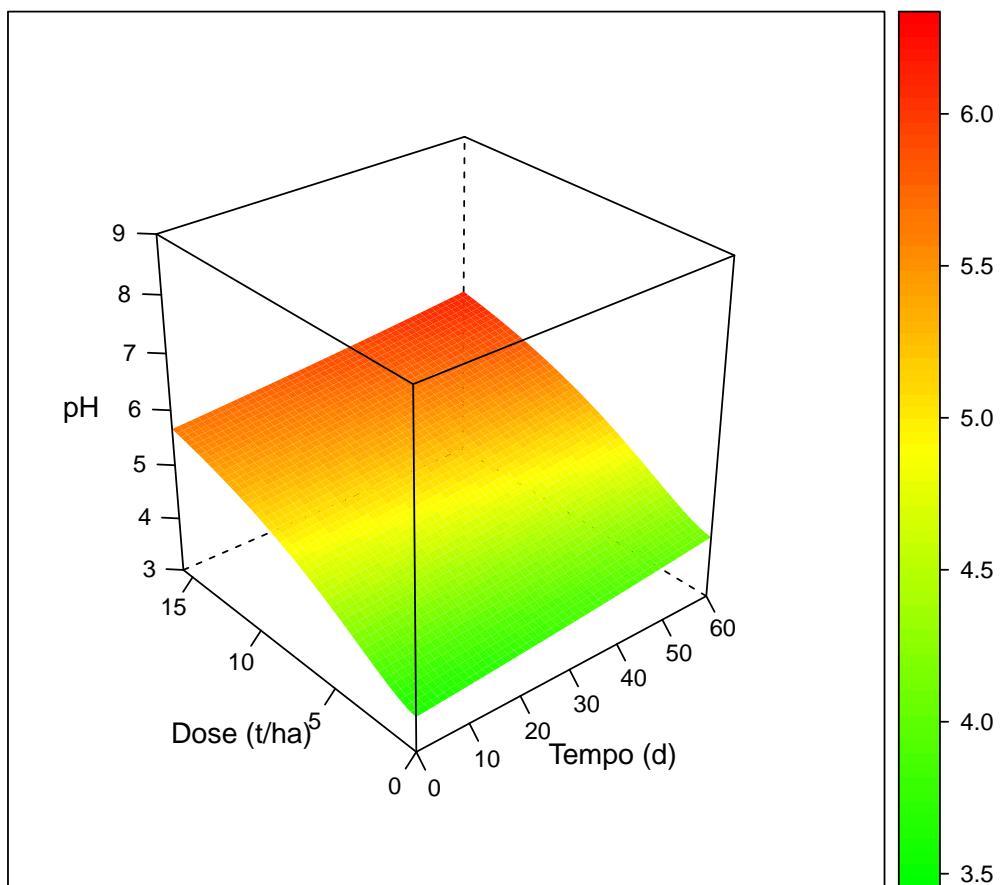


Figura 115: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Telemaco Borba)

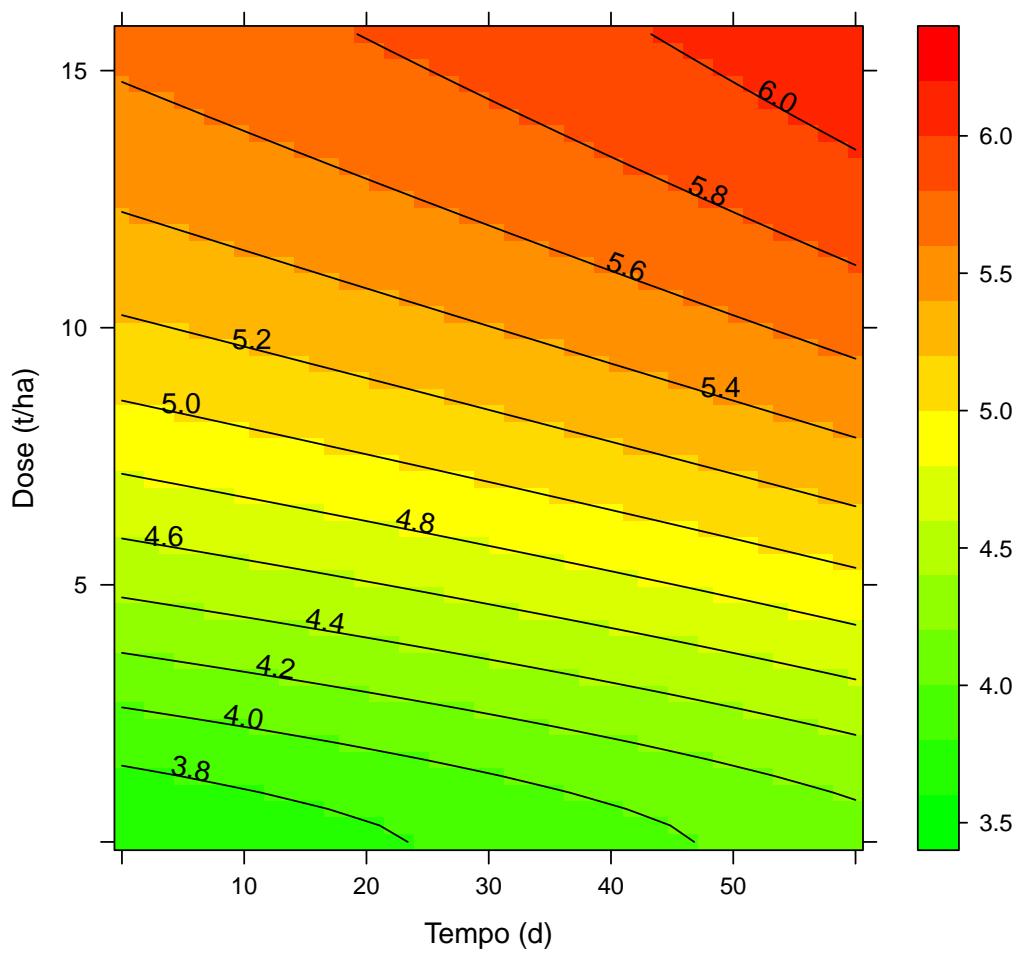


Figura 116: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcário (Telemaco Borba)

13.3 Taxa Maxíma e correspondencia

13.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	4.98699	0.14725	33.87	<2e-16 ***
b	1.42059	0.07407	19.18	<2e-16 ***
c	22.13096	1.10567	20.02	<2e-16 ***
f	3.77527	0.03849	98.09	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1637 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.989$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

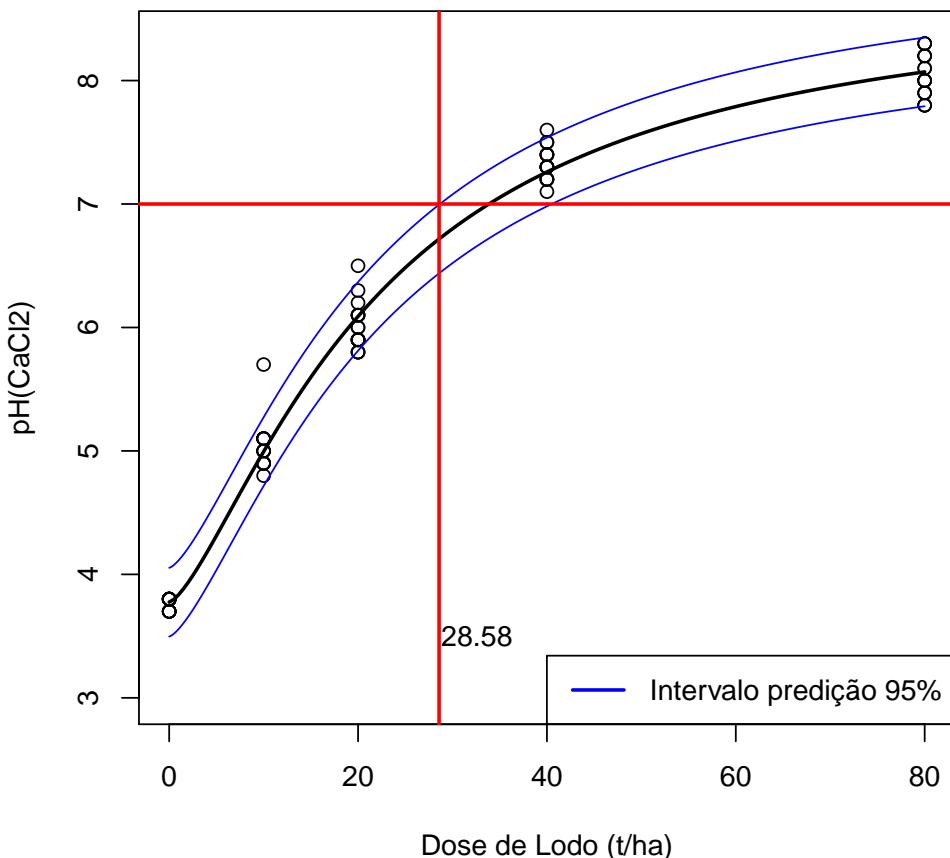
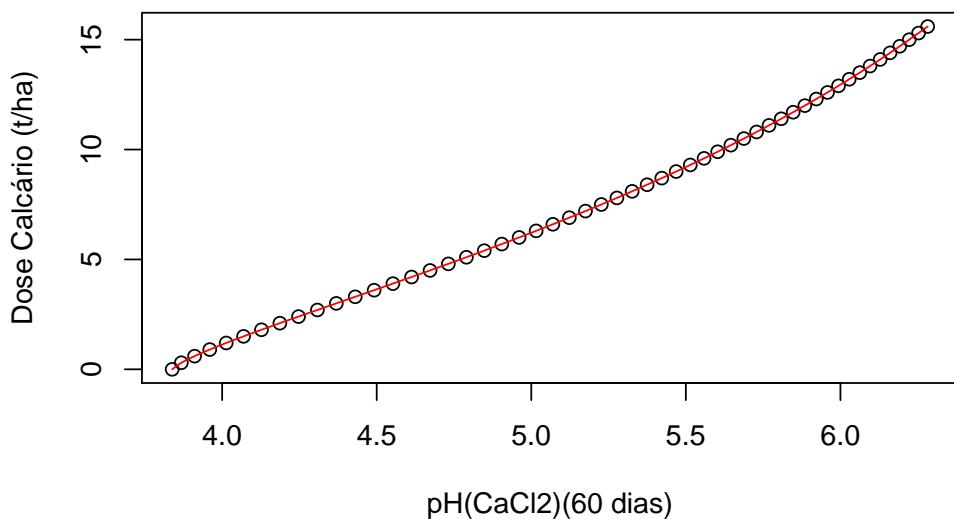


Figura 117: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Telemaco Borba)

13.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

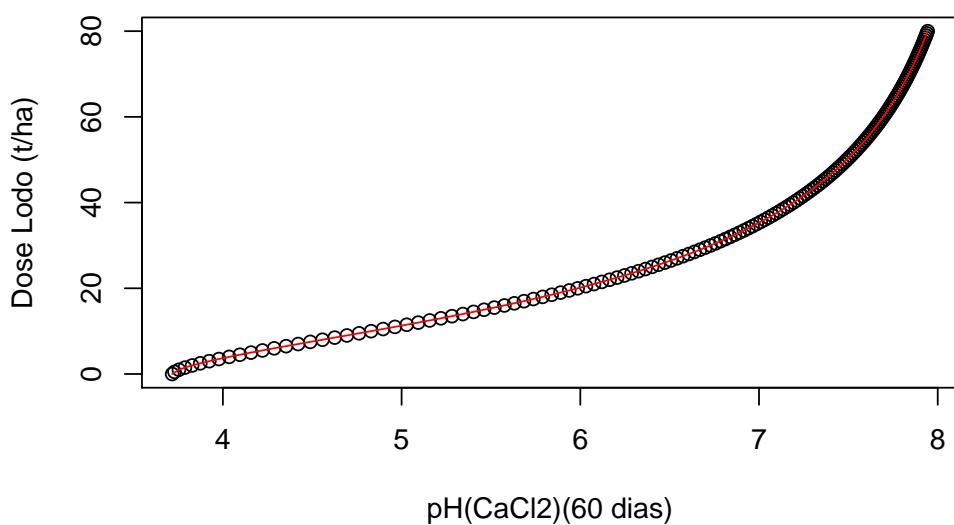


Figura 118: Função inversa das repostas (Telemaco Borba)

Corespondência entre função e sua inversa

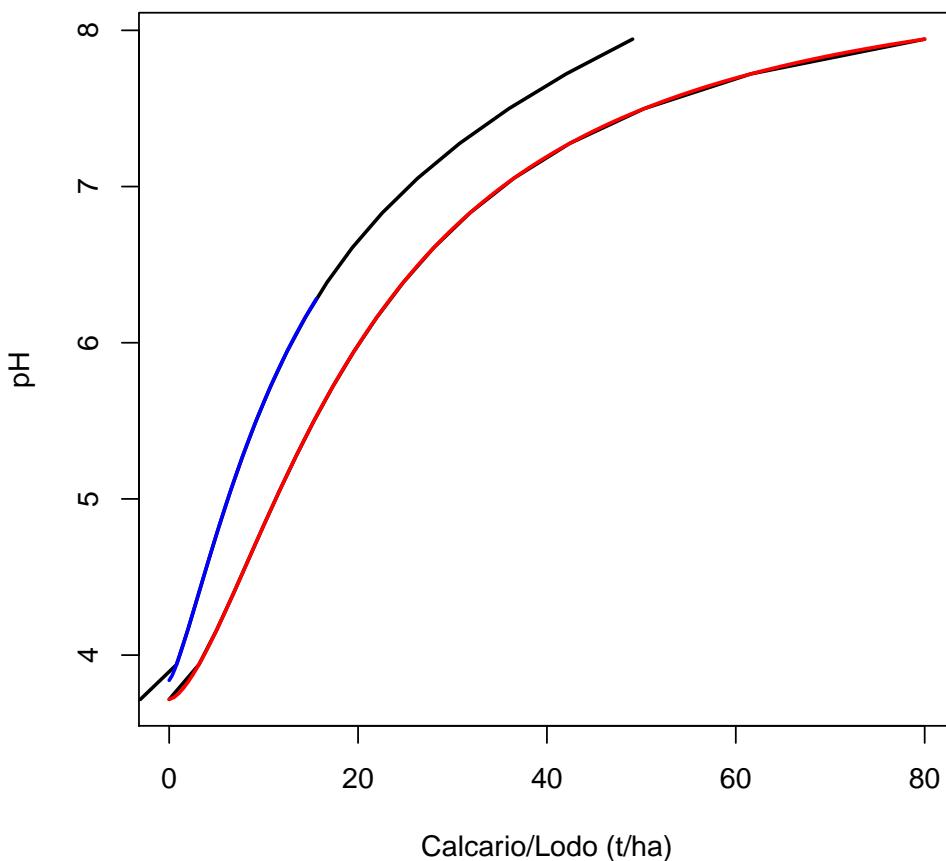
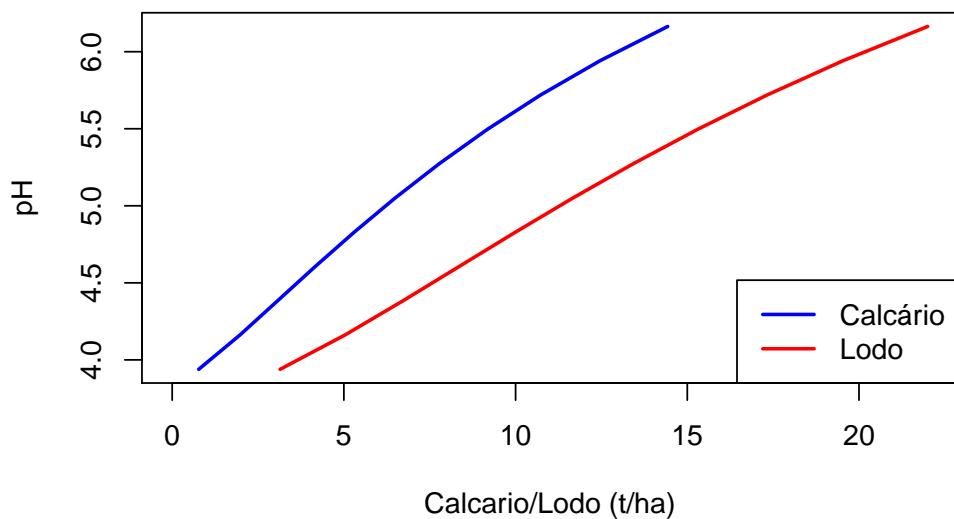


Figura 119: Correspondencia entre função e sua inversa (Telemaco Borba)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00	3.69	1.12	3.30
4	4.25	5.72	2.42	2.37
5	4.50	7.58	3.64	2.08
6	4.75	9.41	4.89	1.92
7	5.00	11.28	6.21	1.82
8	5.25	13.24	7.64	1.73
9	5.50	15.34	9.21	1.67
10	5.75	17.62	10.96	1.61
11	6.00	20.16	12.95	1.56
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 36: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Telemaco Borba)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

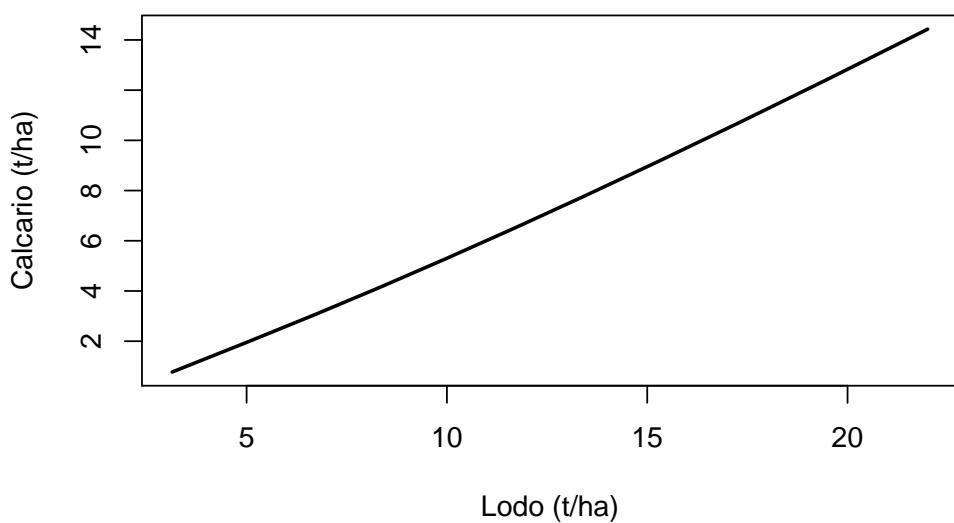


Figura 120: Correspondência no intervalo em comun (Telemaco Borba)

14 Rio Negro

14.1 Lodo

14.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	4.53	0.91	76.26	0.0000
DoseL	4	175.51	43.88	3689.66	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.77	0.09	7.42	0.0000
Residuals	60	0.71	0.01		

Tabela 37: Análise de variância para Rio Negro (Lodo x tempo)

14.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.296e+03 9.089e+05 0.003 0.9980  
b 6.232e-01 2.906e-01 2.145 0.0552 .  
c 2.110e+06 1.352e+09 0.002 0.9988  
f 3.918e+00 1.451e-01 27.006 2.09e-11 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2514 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: NA

$R^2 = 0.976$

14.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 8.235e+00 1.971e+00 4.179 7.08e-05 ***  
b 9.708e-01 1.187e-01 8.181 2.45e-12 ***  
c 8.399e+01 3.946e+01 2.129 0.0362 *  
q 5.322e-03 9.051e-04 5.880 7.84e-08 ***  
f 2.724e+00 6.607e-02 41.224 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2508 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.971$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

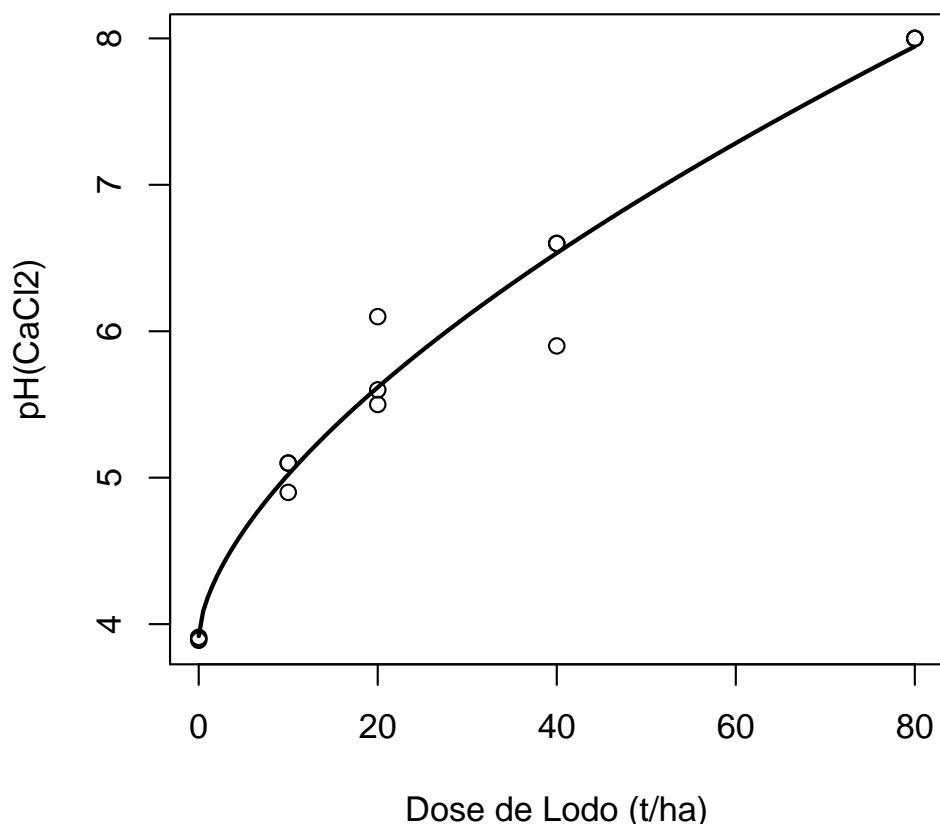


Figura 121: Resposta em função do Lodo (Rio Negro)

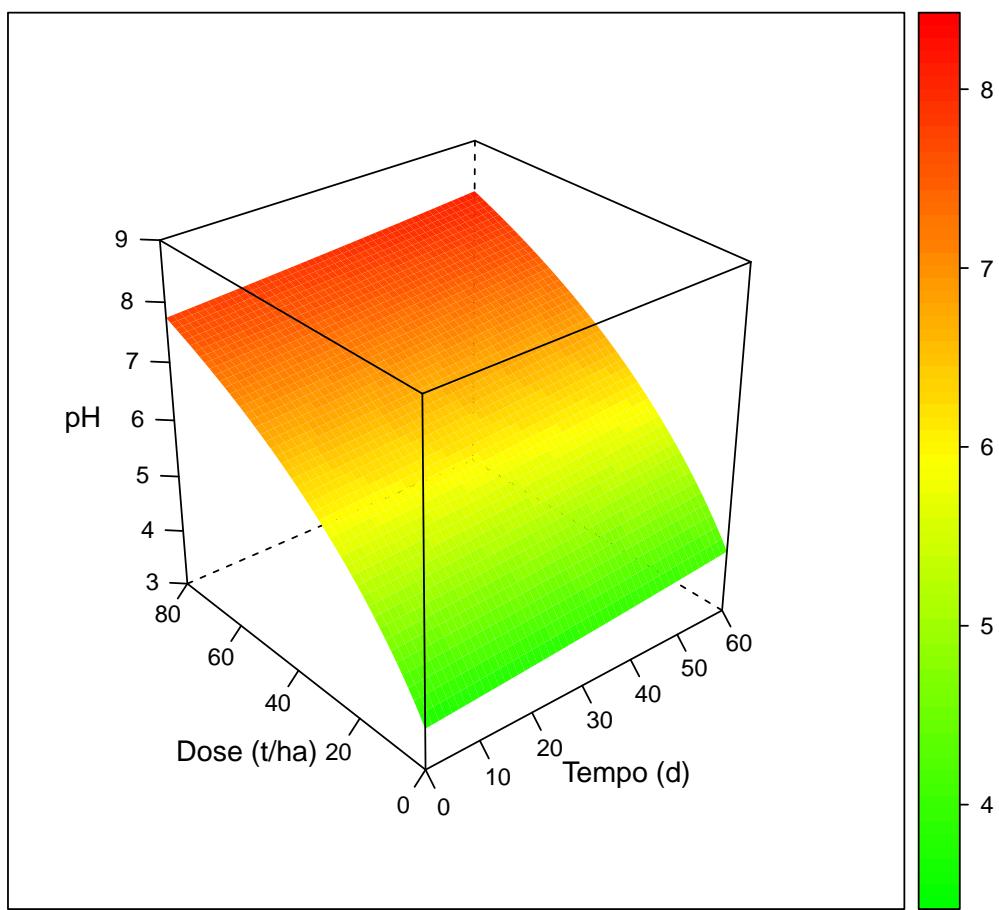


Figura 122: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Rio Negro)

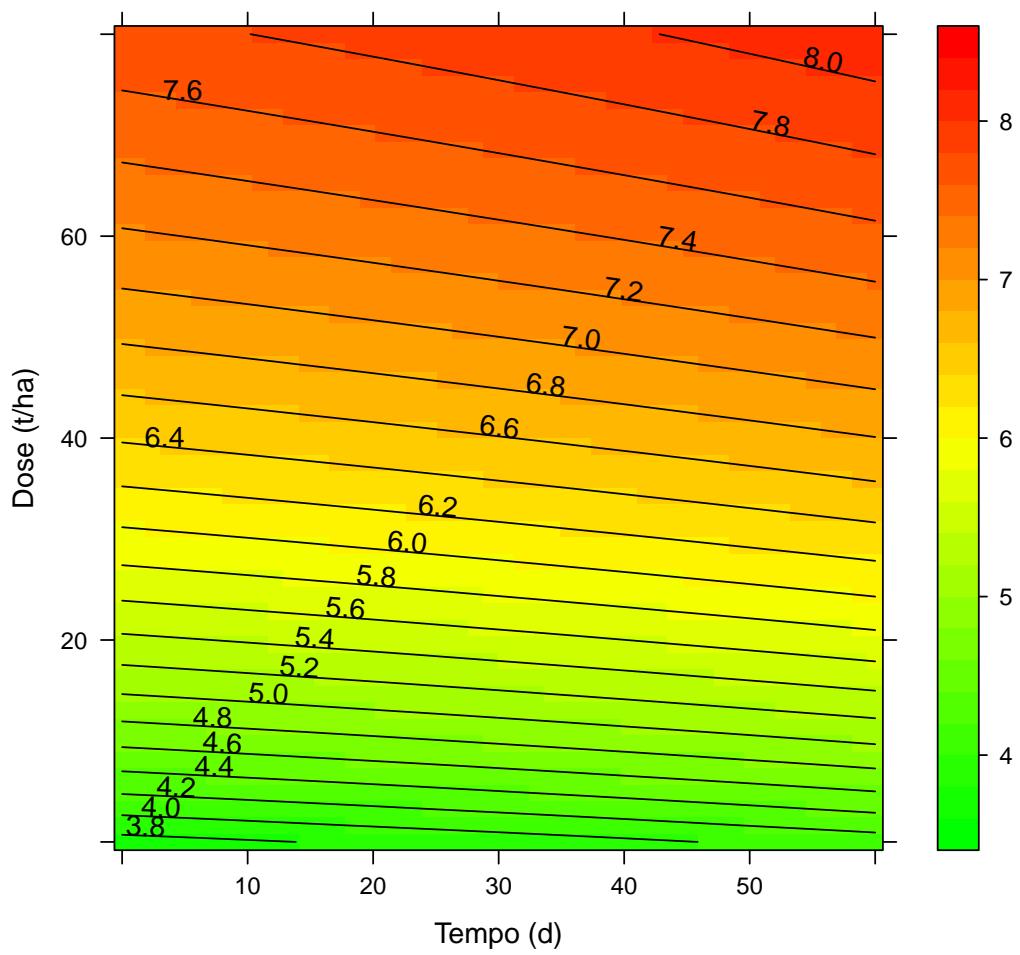


Figura 123: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Rio Negro)

14.2 Calcario

14.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	10.54	2.11	1185.85	0.0000
DoseC	4	36.94	9.23	5194.31	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.30	0.12	64.72	0.0000
Residuals	60	0.11	0.00		

Tabela 38: Análise de variância para Rio Negro (Calcário x tempo)

14.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.035e+03 6.540e+05 0.003 0.997572  
b 9.515e-01 1.789e-01 5.318 0.000246 ***  
c 2.396e+04 8.129e+06 0.003 0.997701  
f 4.403e+00 2.900e-02 151.793 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.05029 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: NA

$R^2 = 0.995$

14.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 8.390e+00 2.095e+01 0.400 0.6898  
b 8.492e-01 3.755e-01 2.261 0.0263 *  
c 6.629e+01 2.900e+02 0.229 0.8198  
q 9.202e-03 7.857e-04 11.712 <2e-16 ***  
f 2.689e+00 7.168e-02 37.509 <2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2747 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.871$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

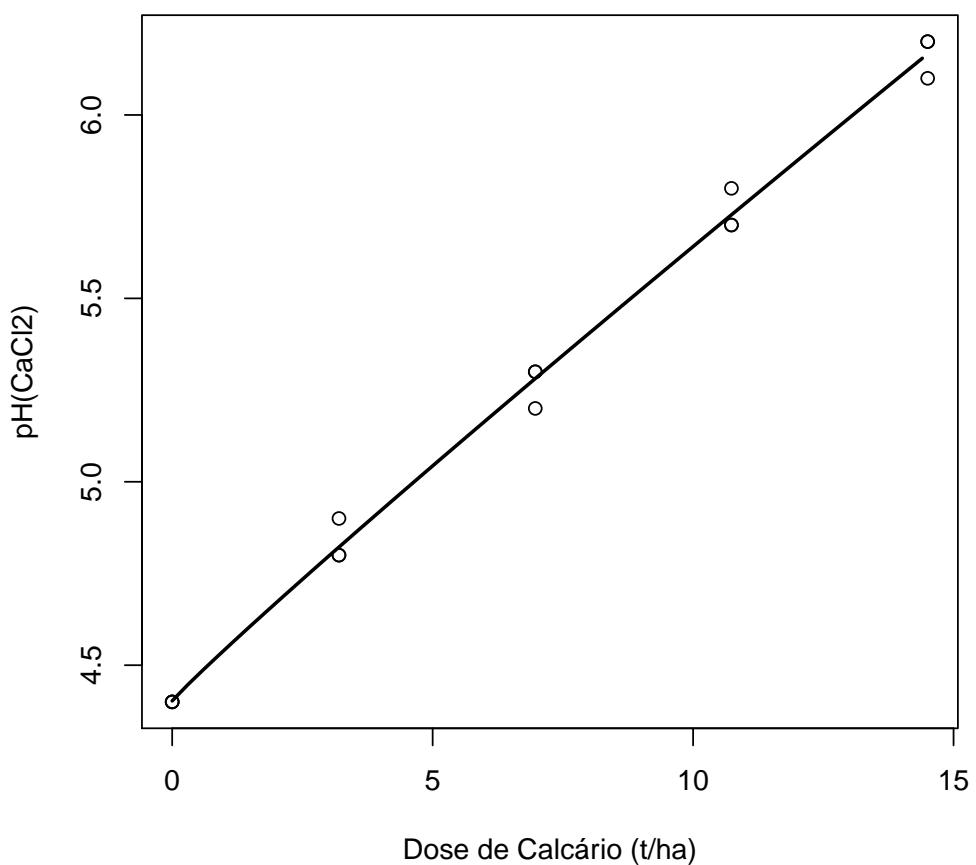


Figura 124: Resposta em função do Calcario (Rio Negro)

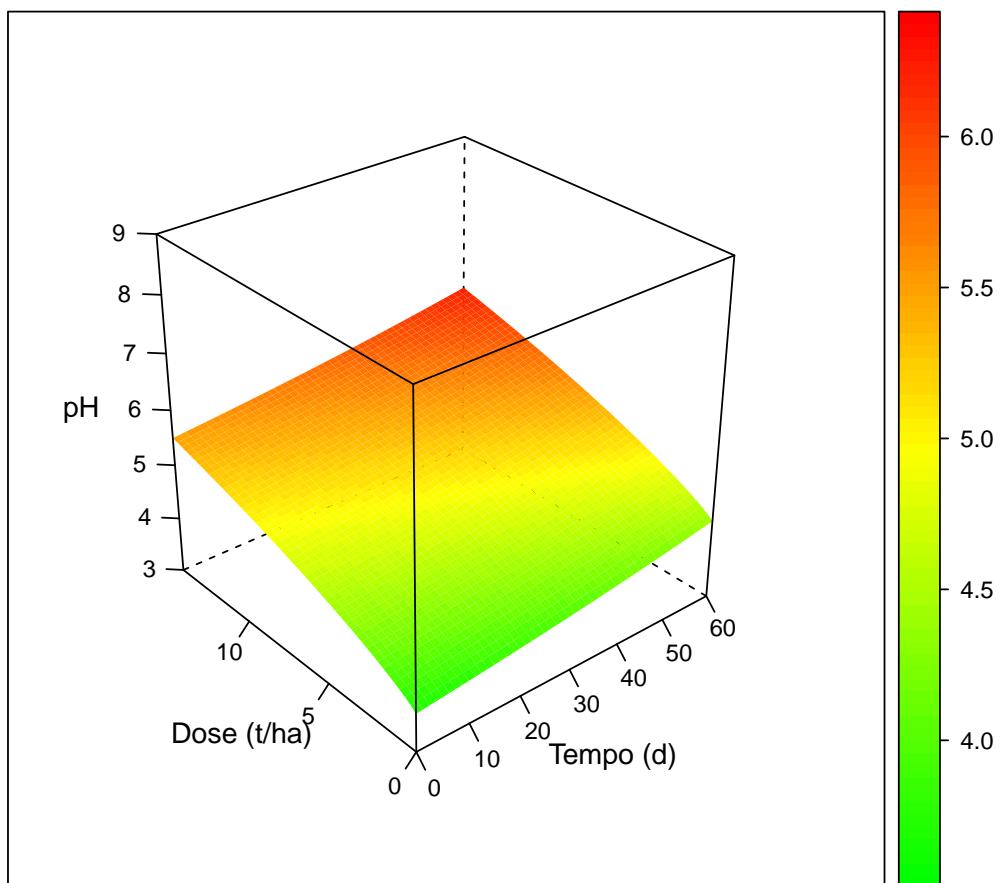


Figura 125: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Rio Negro)

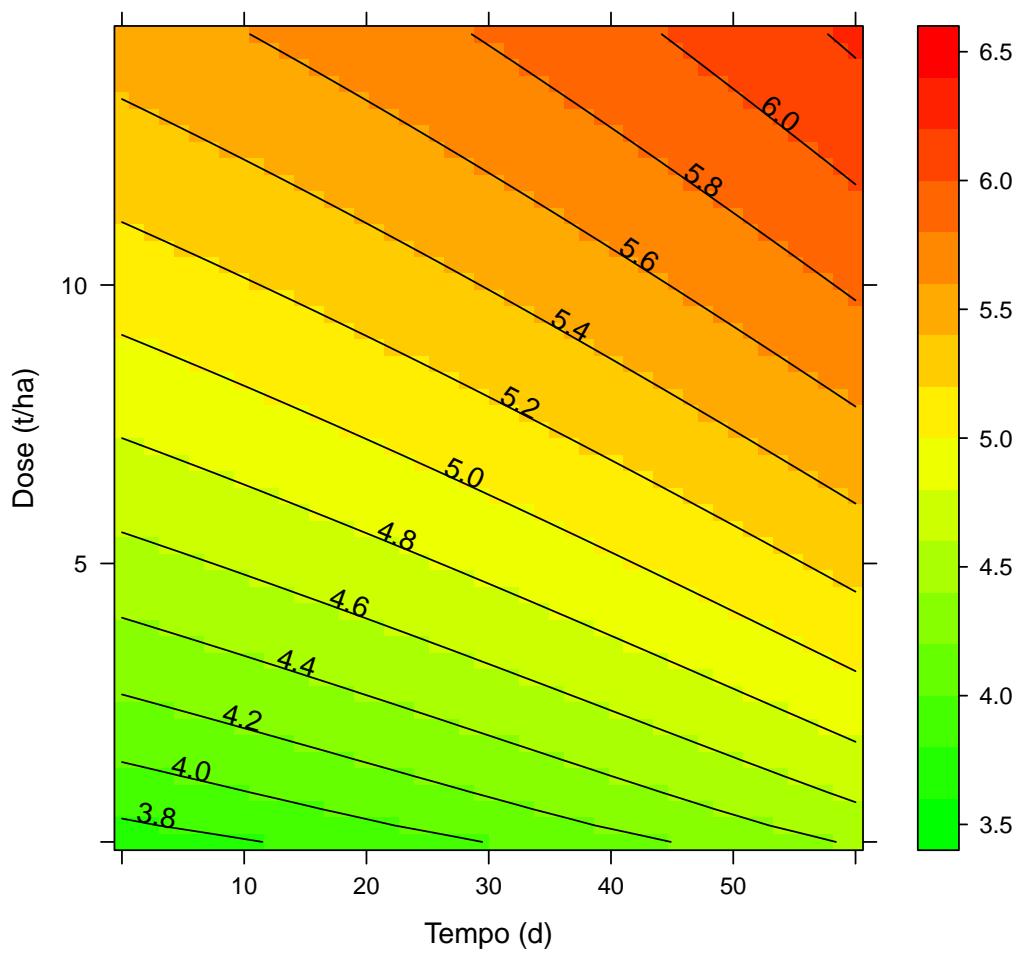


Figura 126: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcareo (Rio Negro)

14.3 Taxa Maxima e correspondencia

14.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 8.23546 2.25371 3.654 0.000443 ***  
b 0.97083 0.13570 7.154 2.63e-10 ***  
c 83.99062 45.11686 1.862 0.066072 .  
f 3.87946 0.06745 57.518 < 2e-16 ***  
---
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.2868 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.961$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

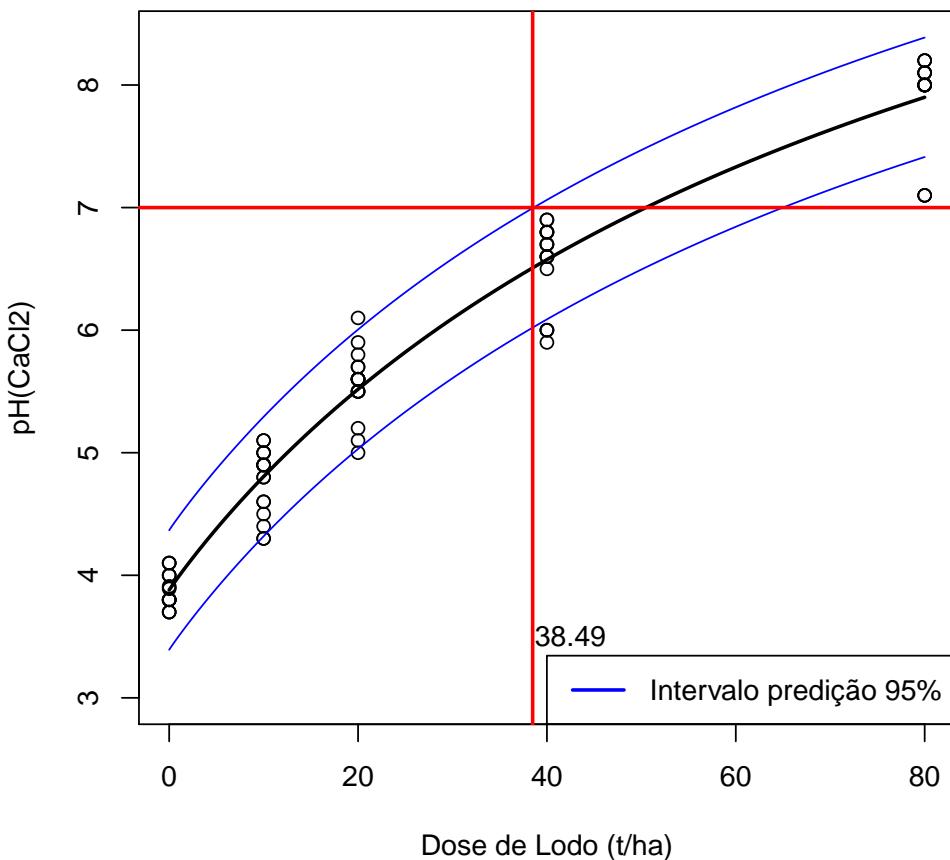
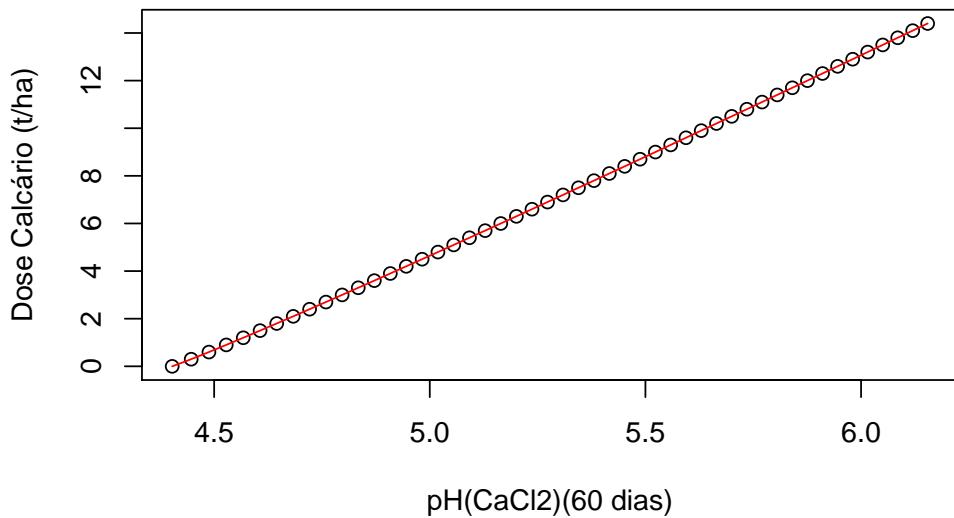


Figura 127: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Rio Negro)

14.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

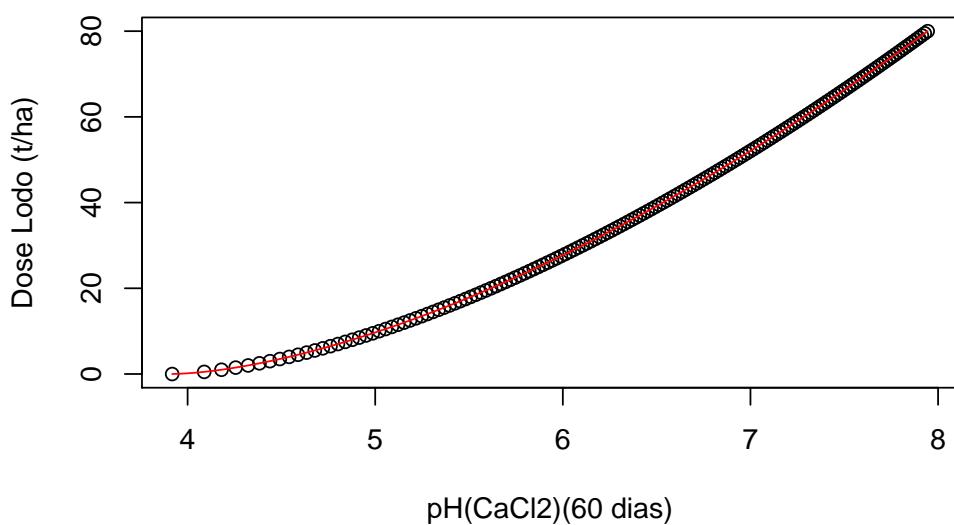


Figura 128: Função inversa das repostas (Rio Negro)

Corespondência entre função e sua inversa

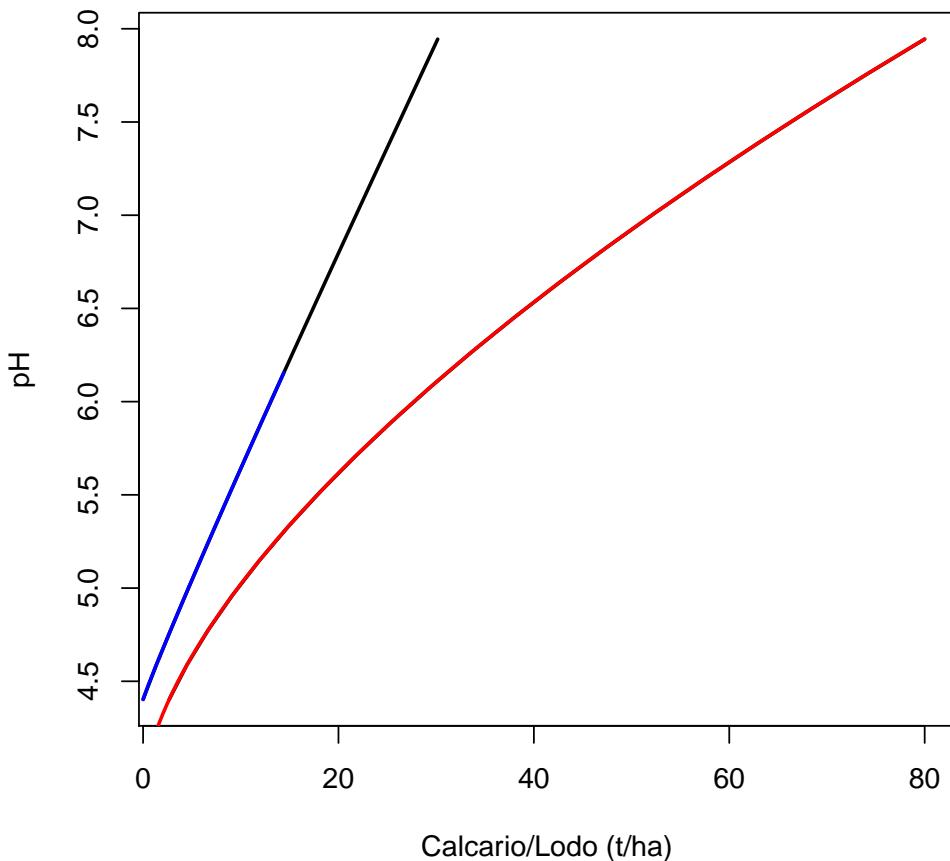
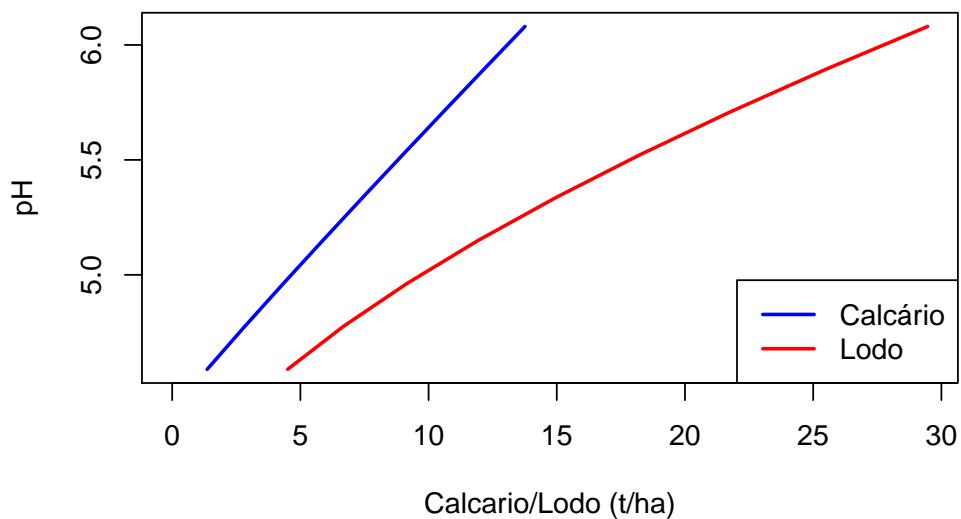


Figura 129: Correspondencia entre função e sua inversa (Rio Negro)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75	6.36	2.63	2.42
7	5.00	9.69	4.65	2.09
8	5.25	13.53	6.71	2.02
9	5.50	17.84	8.80	2.03
10	5.75	22.58	10.93	2.07
11	6.00	27.73	13.07	2.12
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 39: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Rio Negro)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

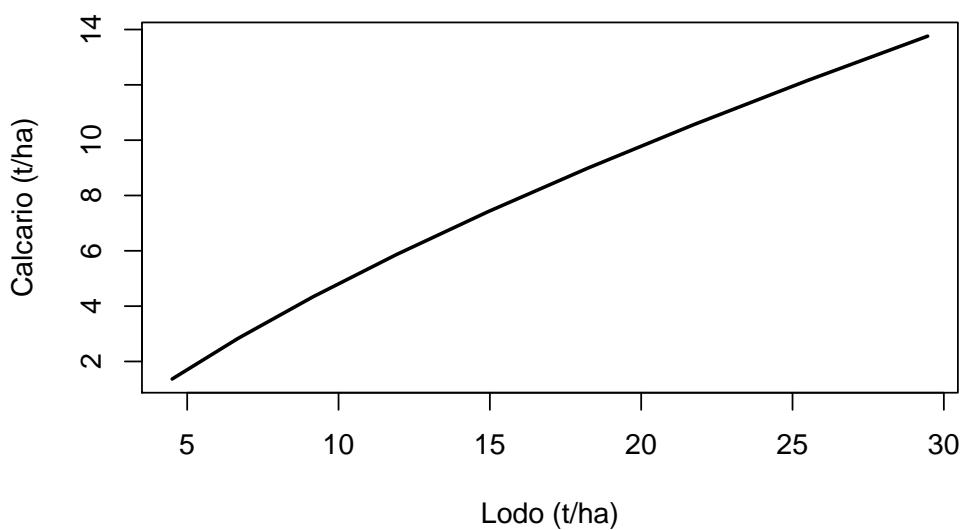


Figura 130: Correspondência no intervalo em comum (Rio Negro)

15 Matinhos

15.1 Lodo

15.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	18.90	3.78	667.01	0.0000
DoseL	4	130.02	32.51	5736.25	0.0000
Tempo:DoseL	20	2.92	0.15	25.73	0.0000
Residuals	60	0.34	0.01		

Tabela 40: Análise de variância para Matinhos (Lodo x tempo)

15.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.59443 0.50763 9.051 1.98e-06 ***  
b 1.27966 0.15634 8.185 5.25e-06 ***  
c 36.24218 6.99077 5.184 0.000302 ***  
f 4.40981 0.06427 68.616 7.82e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1118 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.994$

15.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.814e+00 6.624e-01 7.268 1.64e-10 ***  
b 1.309e+00 1.779e-01 7.359 1.08e-10 ***  
c 4.180e+01 9.610e+00 4.350 3.76e-05 ***  
q 1.241e-02 7.115e-04 17.443 < 2e-16 ***  
f 2.507e+00 7.767e-02 32.273 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.3016 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.949$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia

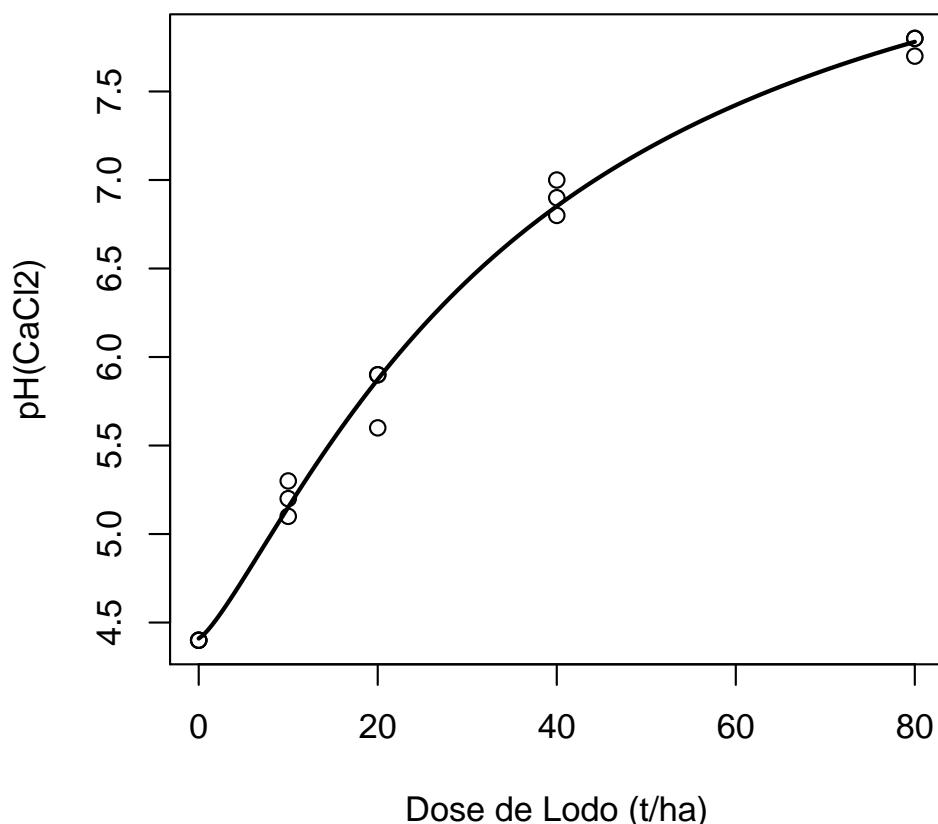


Figura 131: Resposta em função do Lodo (Matinhos)

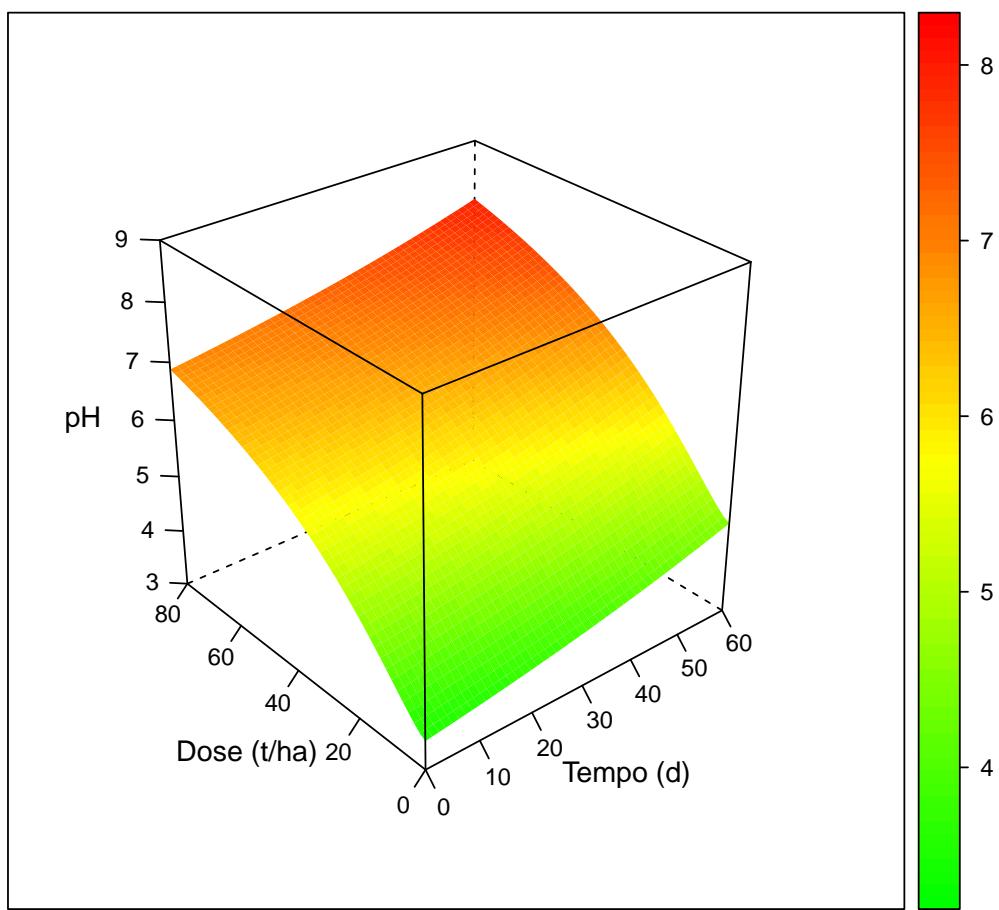


Figura 132: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Matinhos)

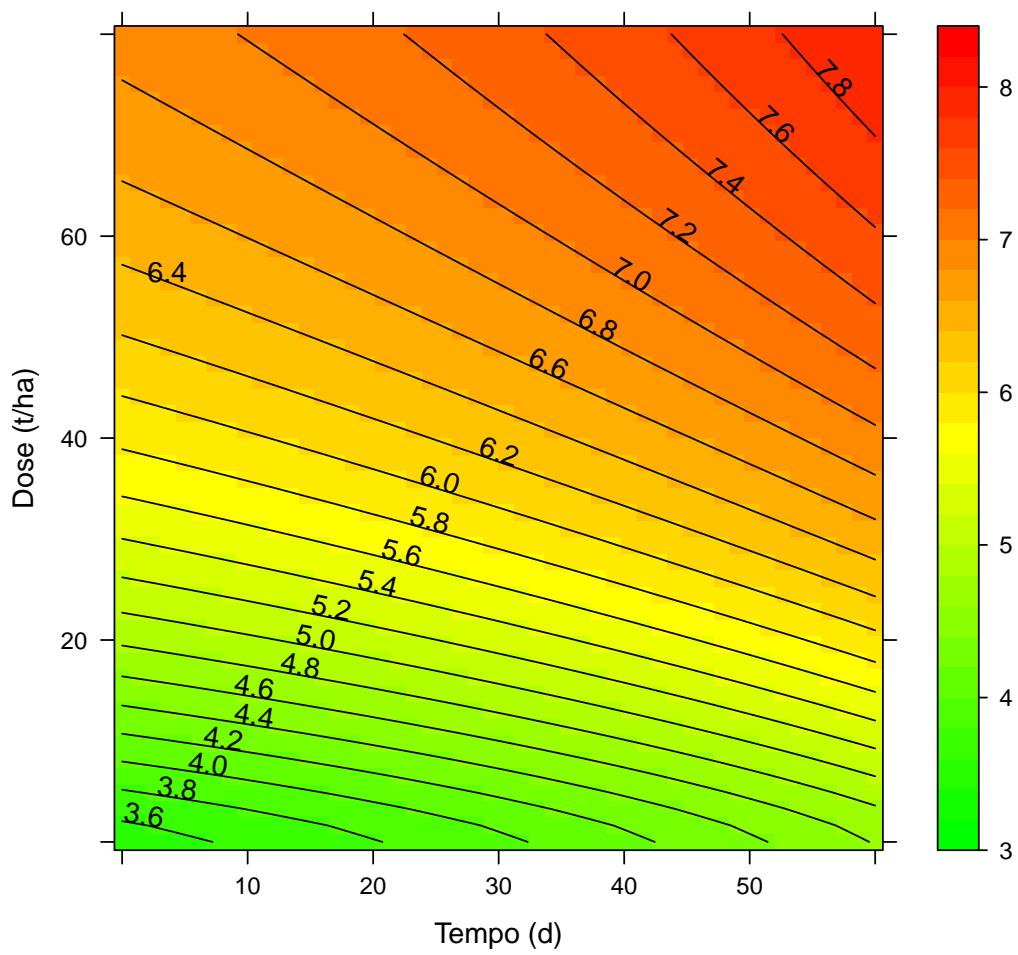


Figura 133: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Matinhos)

15.2 Calcario

15.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	18.46	3.69	1954.87	0.0000
DoseC	4	45.04	11.26	5961.47	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.02	0.10	53.52	0.0000
Residuals	60	0.11	0.00		

Tabela 41: Análise de variância para Matinhos (Calcário x tempo)

15.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 5.35355 1.28689 4.160 0.00159 **  
b 1.21923 0.10672 11.425 1.92e-07 ***  
c 18.29873 6.30486 2.902 0.01439 *  
f 4.40033 0.02016 218.281 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.03497 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.998$$

15.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 5.406e+00 5.514e+00 0.980 0.32971  
b 1.098e+00 3.803e-01 2.887 0.00493 **  
c 2.070e+01 3.311e+01 0.625 0.53362  
q 1.192e-02 7.253e-04 16.434 < 2e-16 ***  
f 2.514e+00 7.733e-02 32.508 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2984 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.885$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

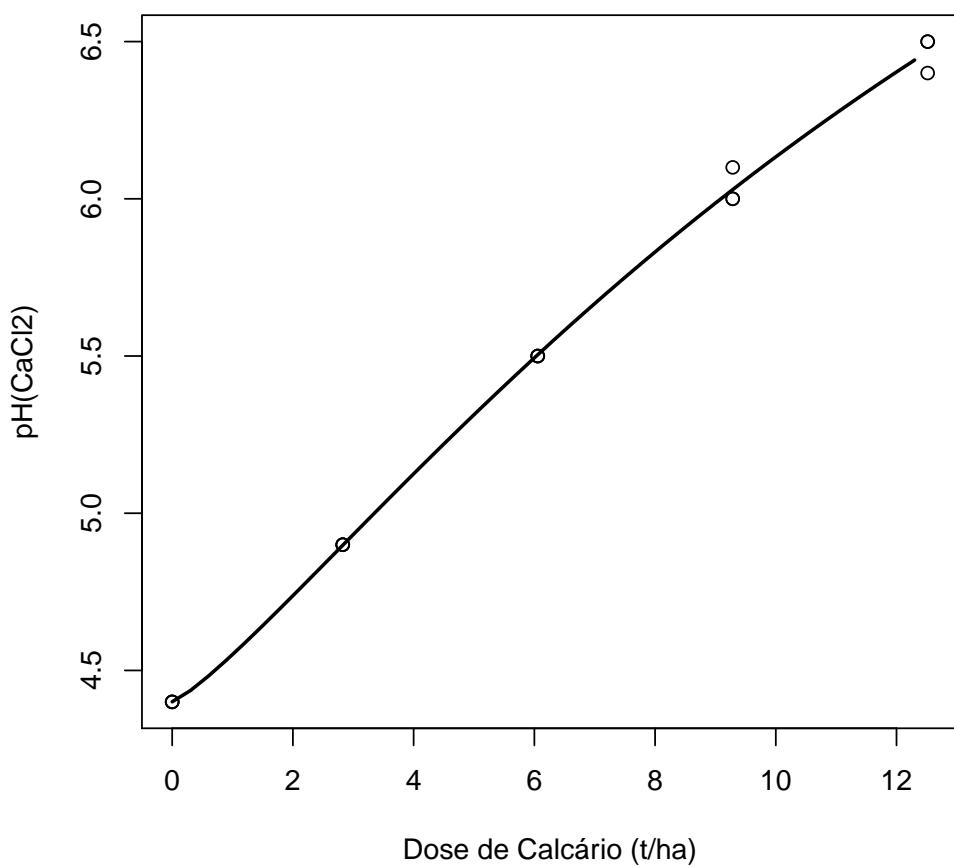


Figura 134: Resposta em função do Calcario (Matinhos)

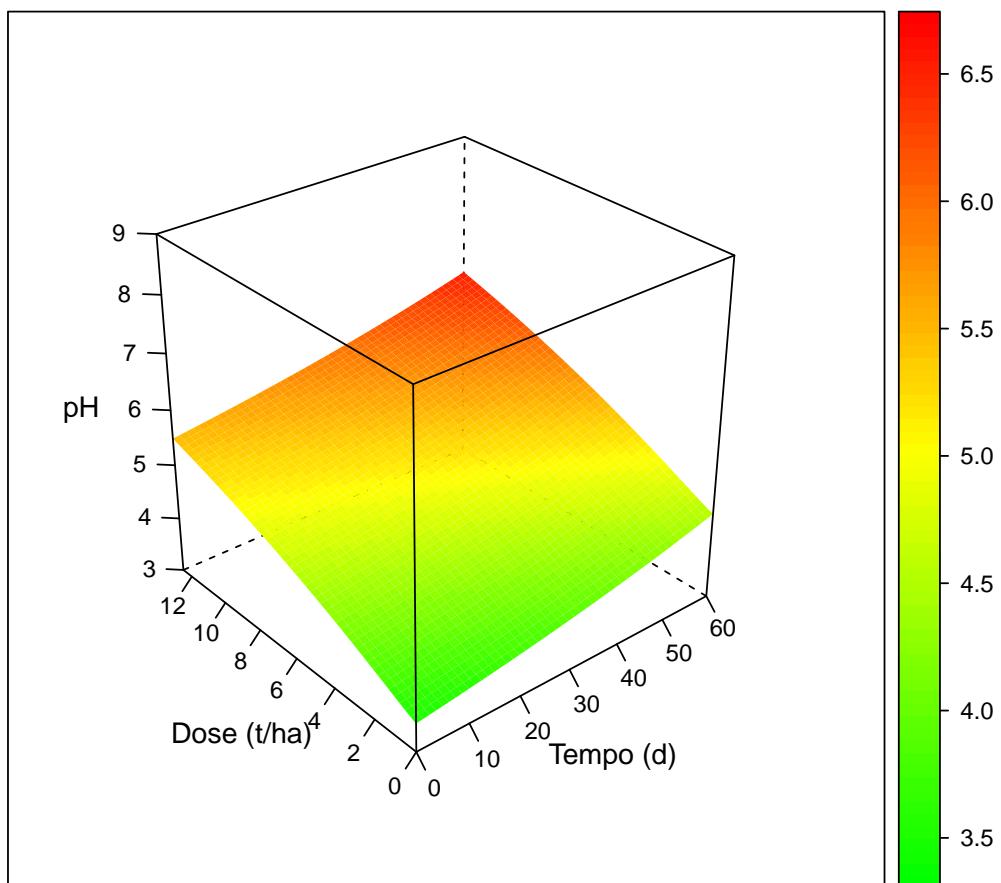


Figura 135: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Matinhos)

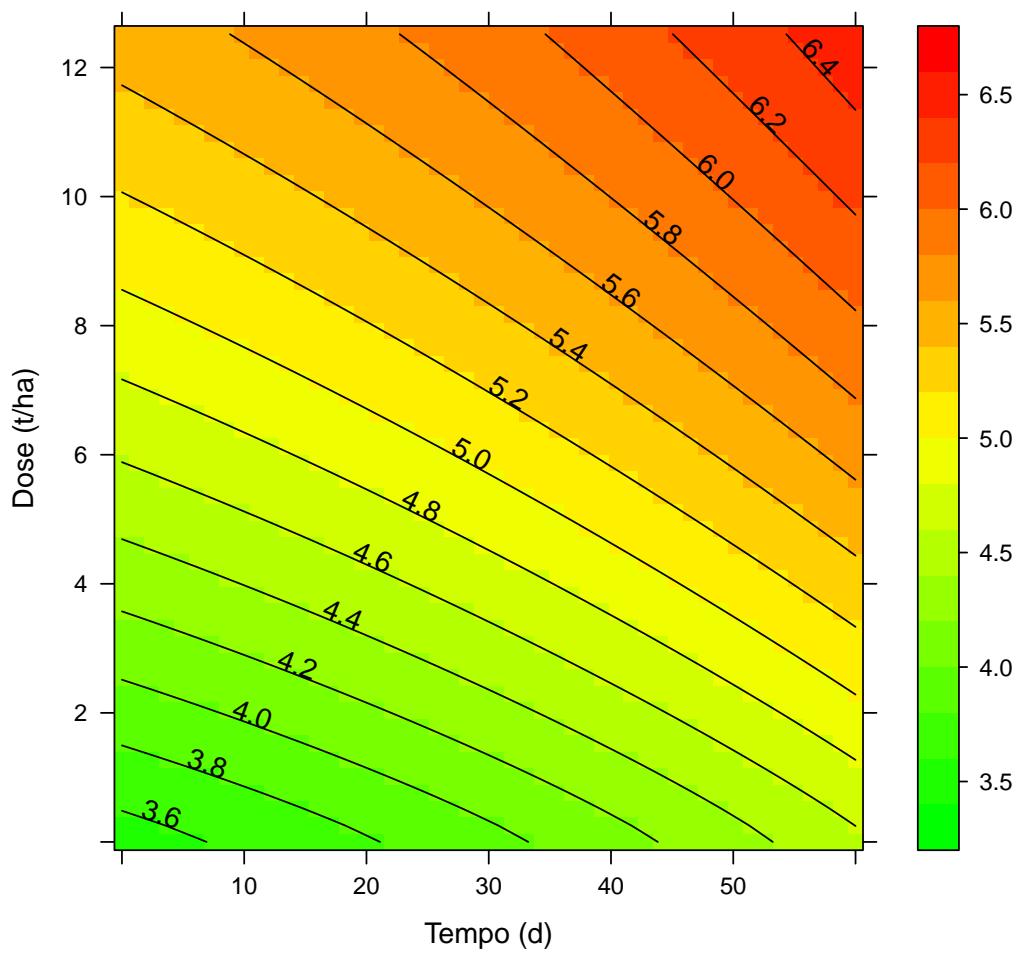


Figura 136: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Matinhos)

15.3 Taxa Maxima e correspondencia

15.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a     4.8142    1.1179   4.306 4.38e-05 ***  
b     1.3089    0.3002   4.361 3.58e-05 ***  
c    41.8041   16.2187   2.578   0.0117 *  
f     3.9374    0.1192  33.043 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.509 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.854$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

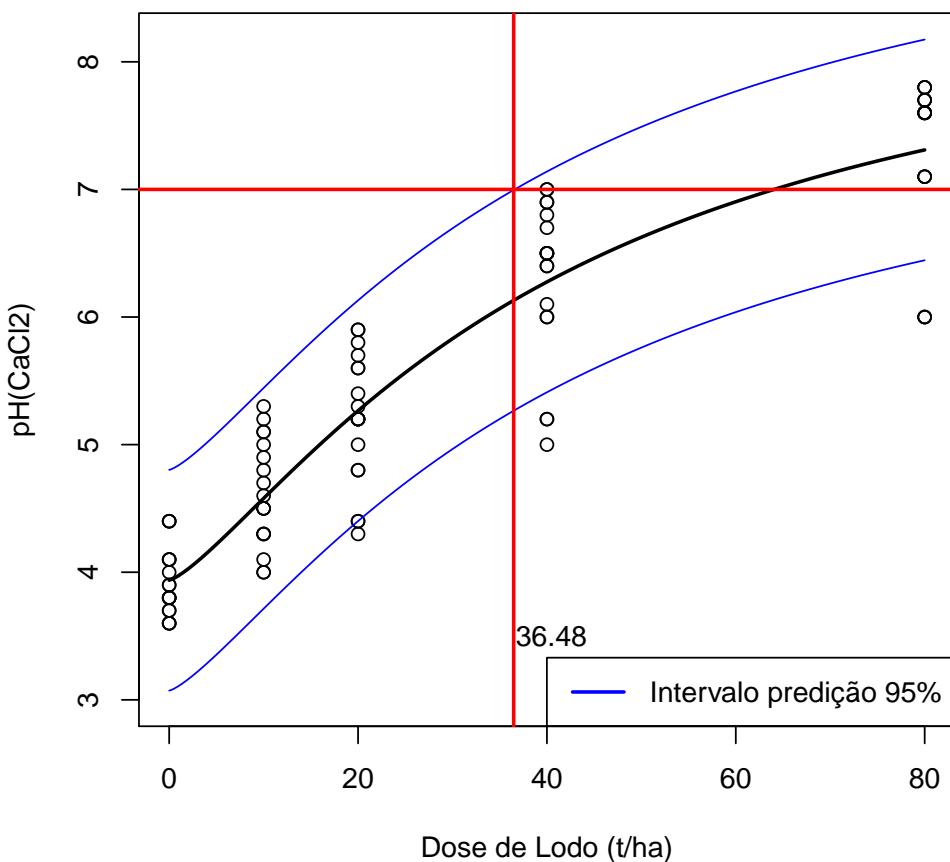
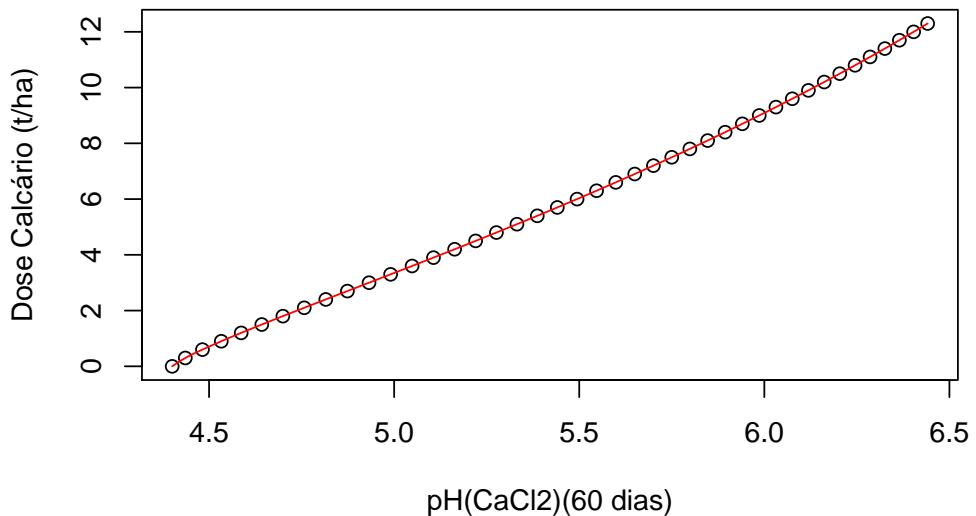


Figura 137: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Matinhos)

15.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

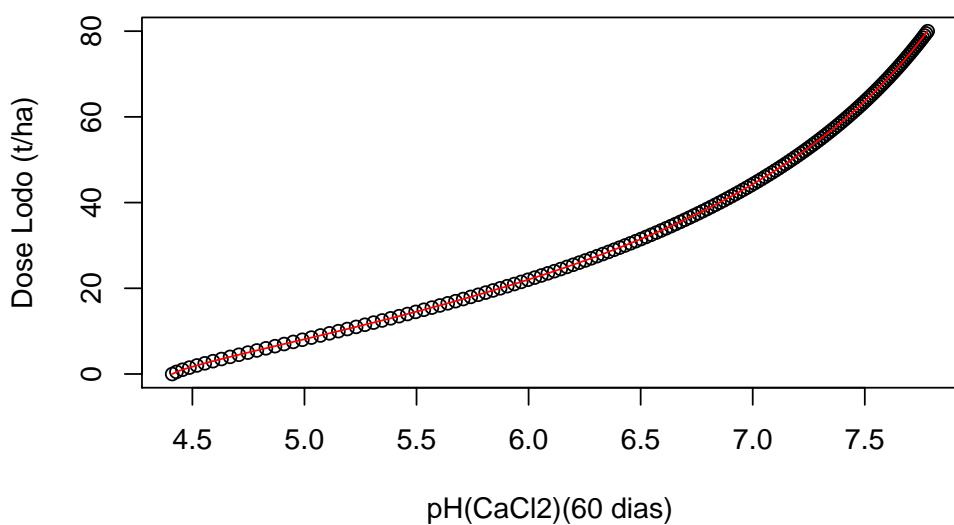


Figura 138: Função inversa das repostas (Matinhos)

Corespondência entre função e sua inversa

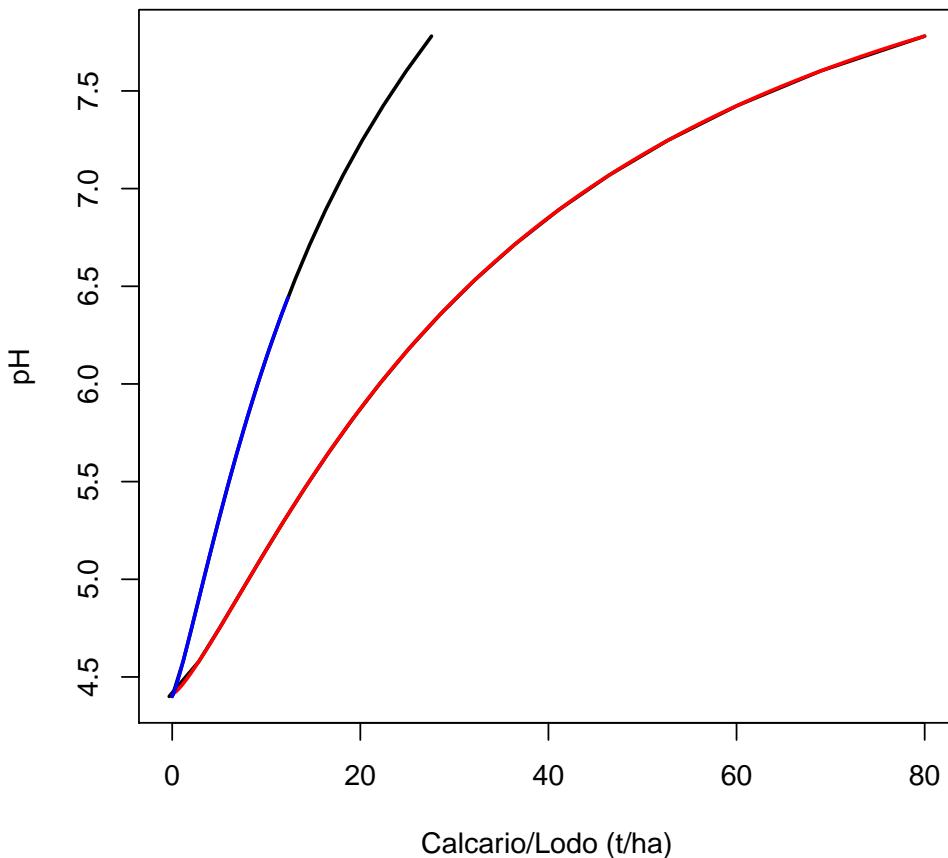
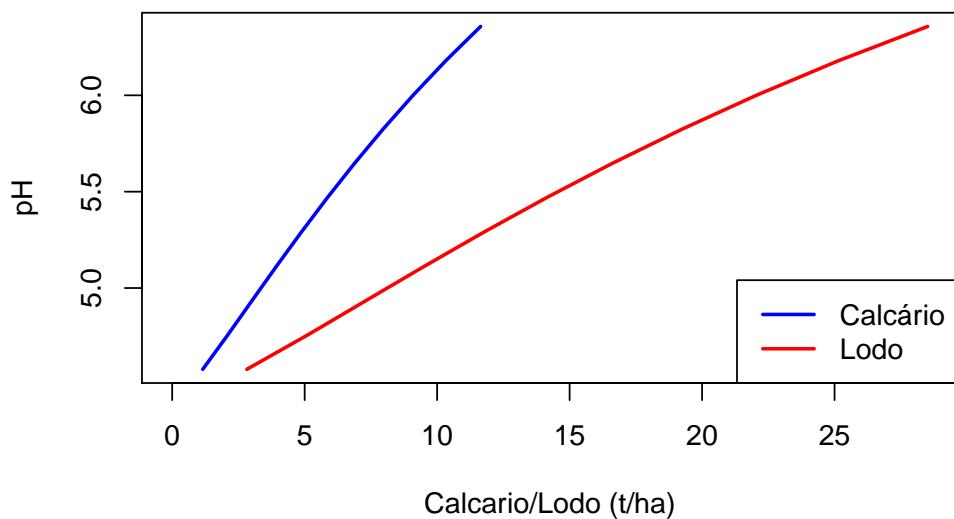


Figura 139: Correspondencia entre função e sua inversa (Matinhos)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75	5.03	2.06	2.44
7	5.00	8.12	3.35	2.42
8	5.25	11.25	4.66	2.41
9	5.50	14.55	6.03	2.41
10	5.75	18.12	7.50	2.42
11	6.00	22.04	9.09	2.43
12	6.25	26.45	10.84	2.44
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 42: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Matinhos)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcaro

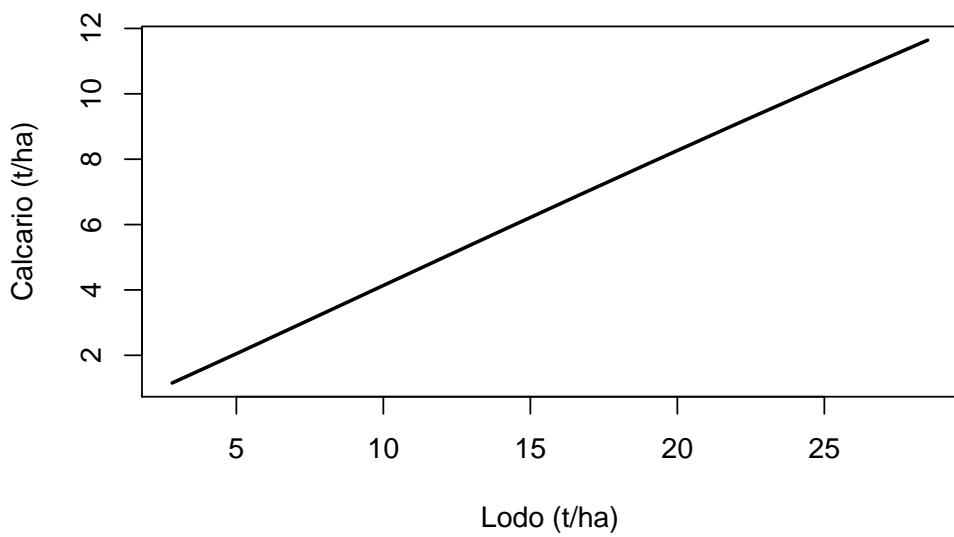


Figura 140: Correspondência no intervalo em comum (Matinhos)

16 Cornelio Procopio

16.1 Lodo

16.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.19	0.24	17.61	0.0000
DoseL	4	132.88	33.22	2450.73	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.91	0.10	7.03	0.0000
Residuals	60	0.81	0.01		

Tabela 43: Análise de variância para Cornelio Procopio (Lodo x tempo)

16.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.1474 0.2220 14.177 2.06e-08 ***  
b 2.1898 0.5718 3.829 0.0028 **  
c 11.1413 1.1044 10.088 6.77e-07 ***  
f 4.6018 0.1457 31.582 3.81e-12 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2524 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.967$

16.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.4812275 0.1023259 34.021 <2e-16 ***  
b 1.7237914 0.1477229 11.669 <2e-16 ***  
c 13.4558797 0.6022587 22.342 <2e-16 ***  
q -0.0002758 0.0010815 -0.255 0.799  
f 3.6953160 0.0576902 64.054 <2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2147 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.971$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

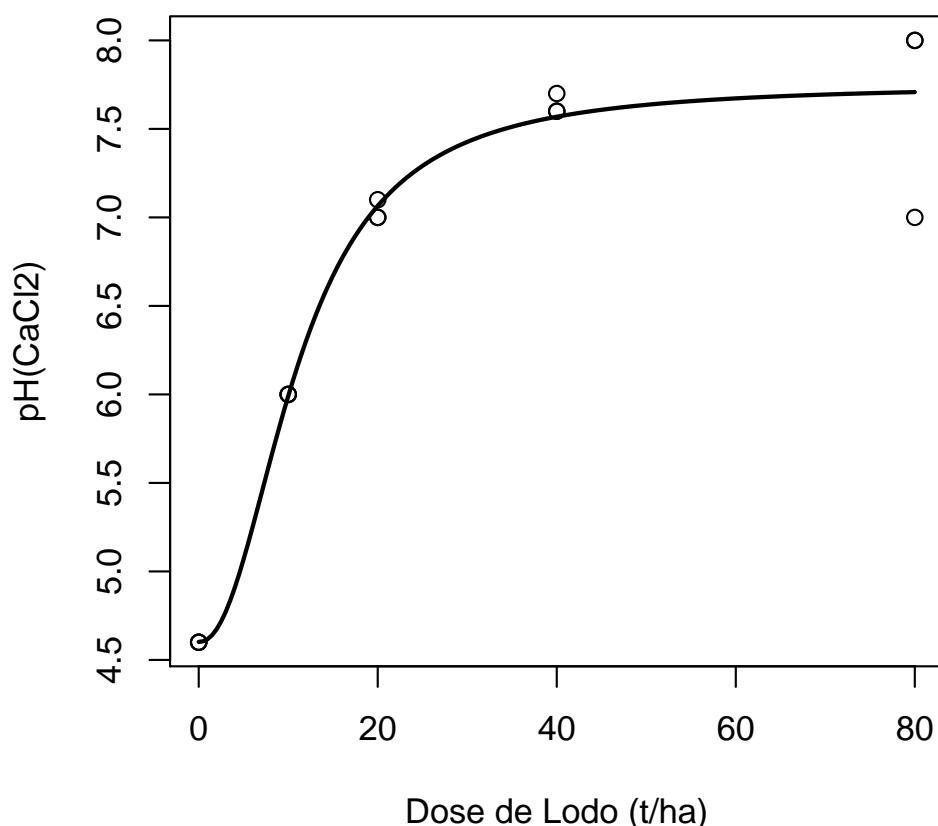


Figura 141: Resposta em função do Lodo (Cornelio Procopio)

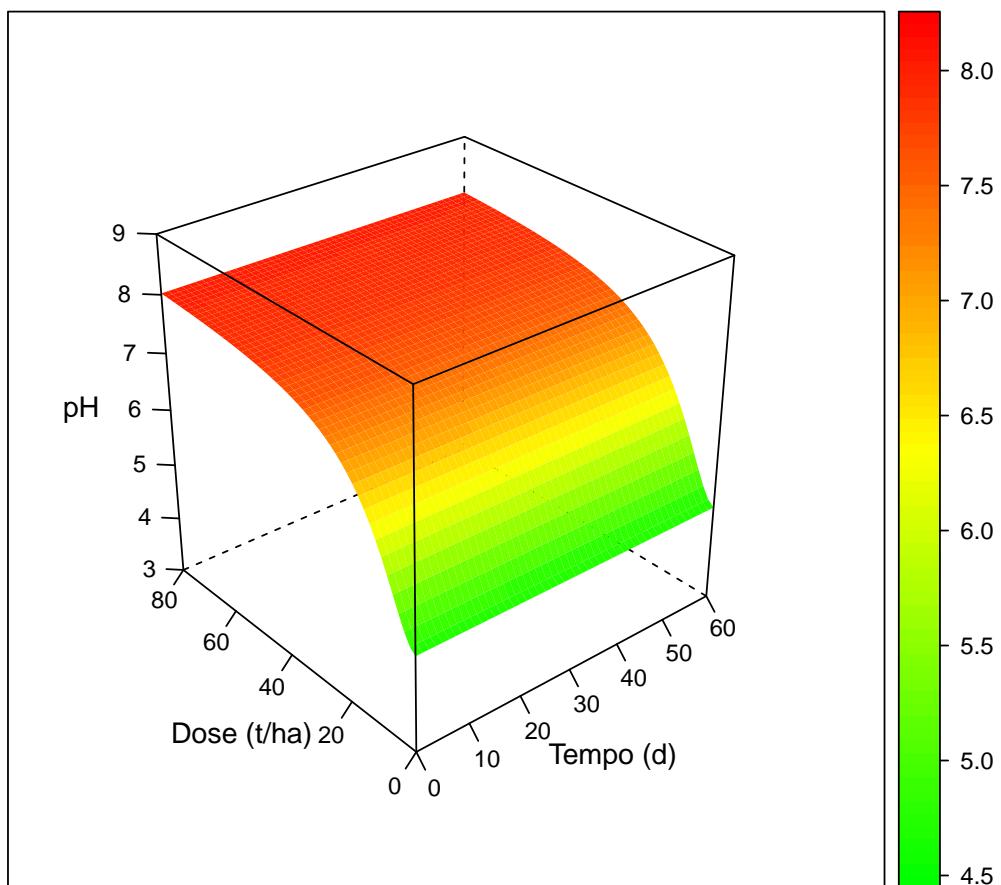


Figura 142: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cornelio Procópio)

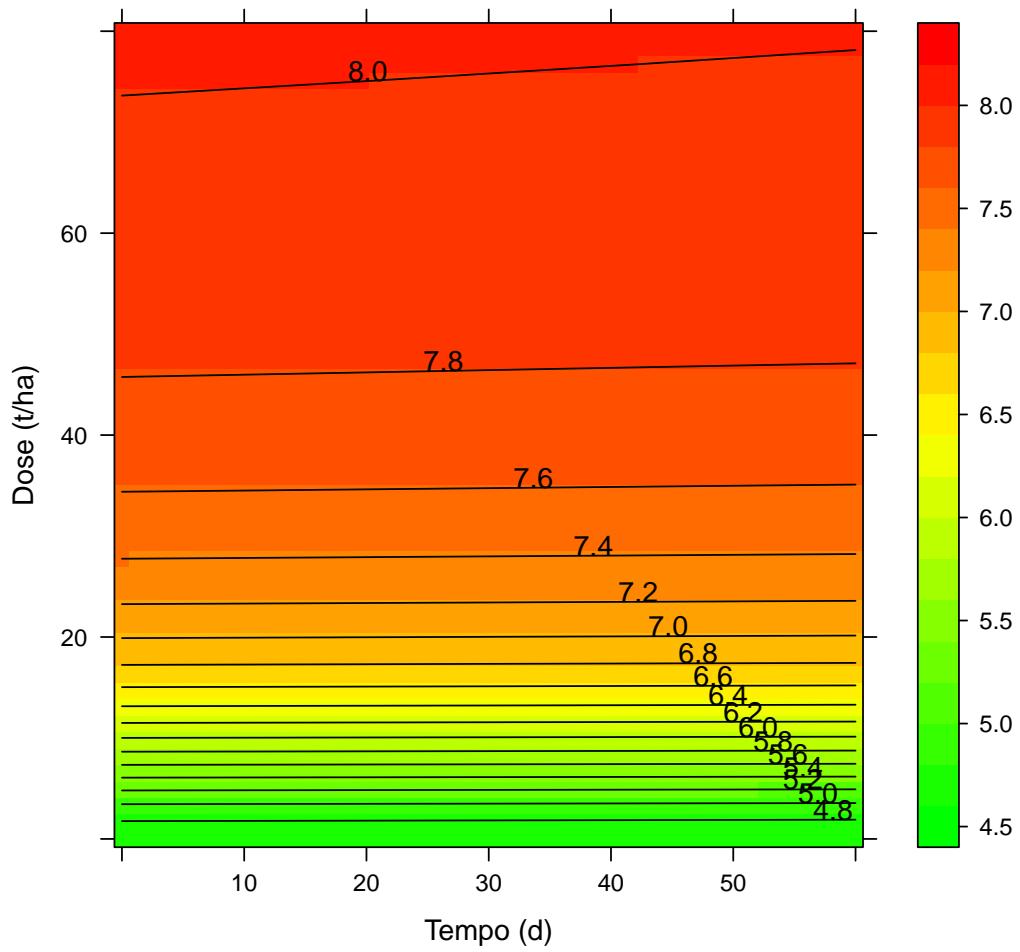


Figura 143: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cornelio Procópio)

16.2 Calcario

16.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	5.33	1.07	290.81	0.0000
DoseC	4	43.03	10.76	2933.94	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.77	0.14	37.81	0.0000
Residuals	60	0.22	0.00		

Tabela 44: Análise de variância para Cornelio Procopio (Calcário x tempo)

16.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.10438 0.09101 23.123 1.12e-10 ***  
b 2.66850 0.28295 9.431 1.32e-06 ***  
c 5.75469 0.27017 21.301 2.72e-10 ***  
f 4.65467 0.02833 164.329 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.0583 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.996$$

16.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 1.770066 0.174108 10.166 2.38e-16 ***  
b 2.782049 0.669047 4.158 7.63e-05 ***  
c 5.922921 0.638475 9.277 1.49e-14 ***  
q 0.005219 0.001026 5.085 2.16e-06 ***  
f 3.530570 0.063970 55.191 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2826 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.868$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

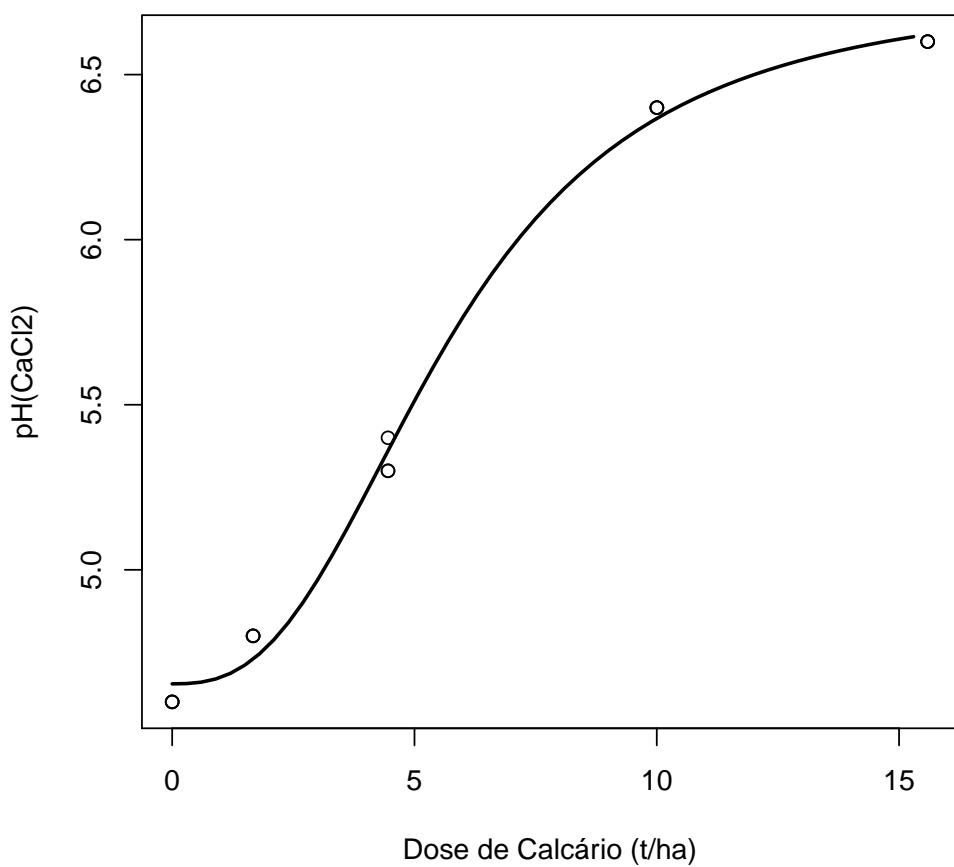


Figura 144: Resposta em função do Calcario (Cornelio Procopio)

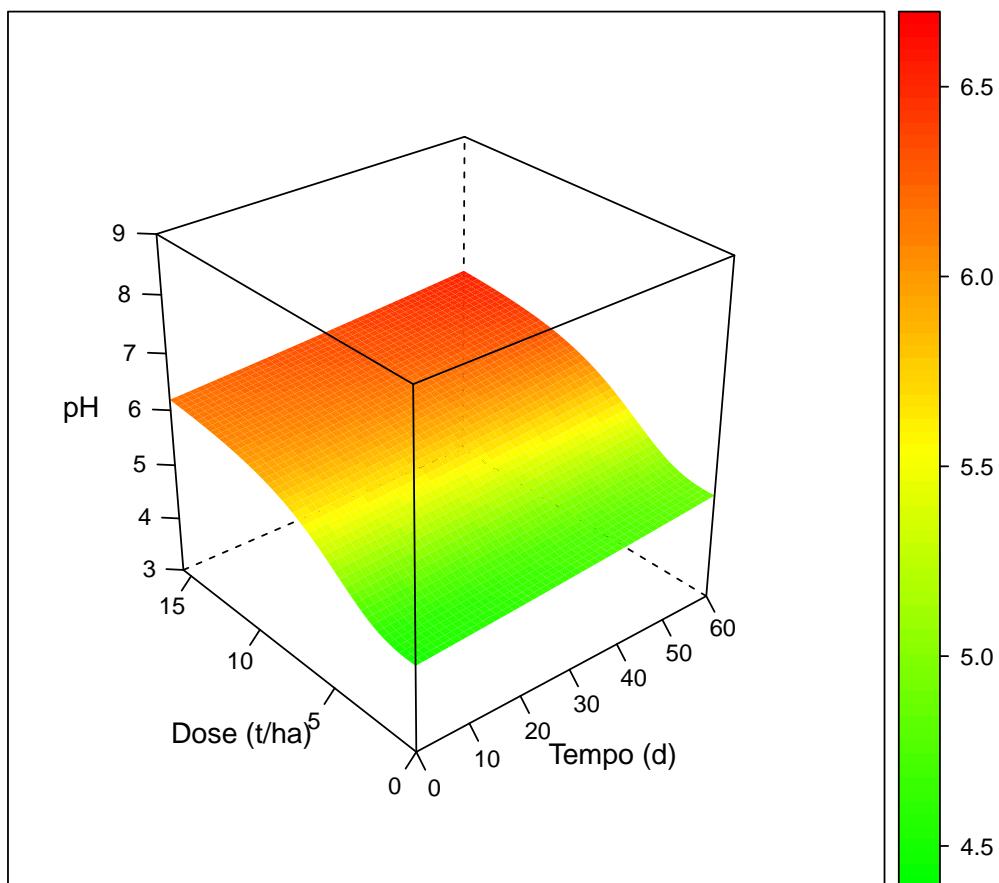


Figura 145: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cornelio Procopio)

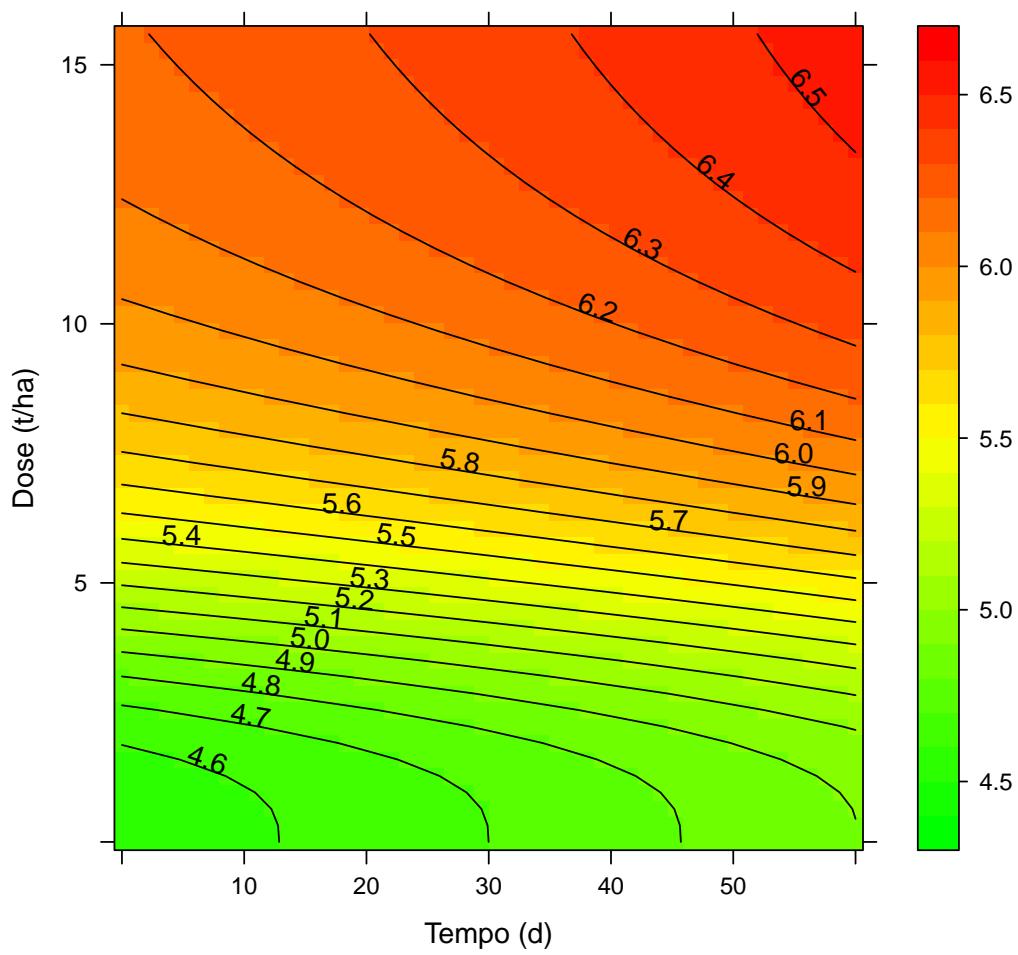


Figura 146: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cornelio Procopio)

16.3 Taxa Maxima e correspondencia

16.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.48123 0.10177 34.21 <2e-16 ***  
b 1.72379 0.14692 11.73 <2e-16 ***  
c 13.45588 0.59899 22.46 <2e-16 ***  
f 4.68819 0.05028 93.23 <2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2135 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.971$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

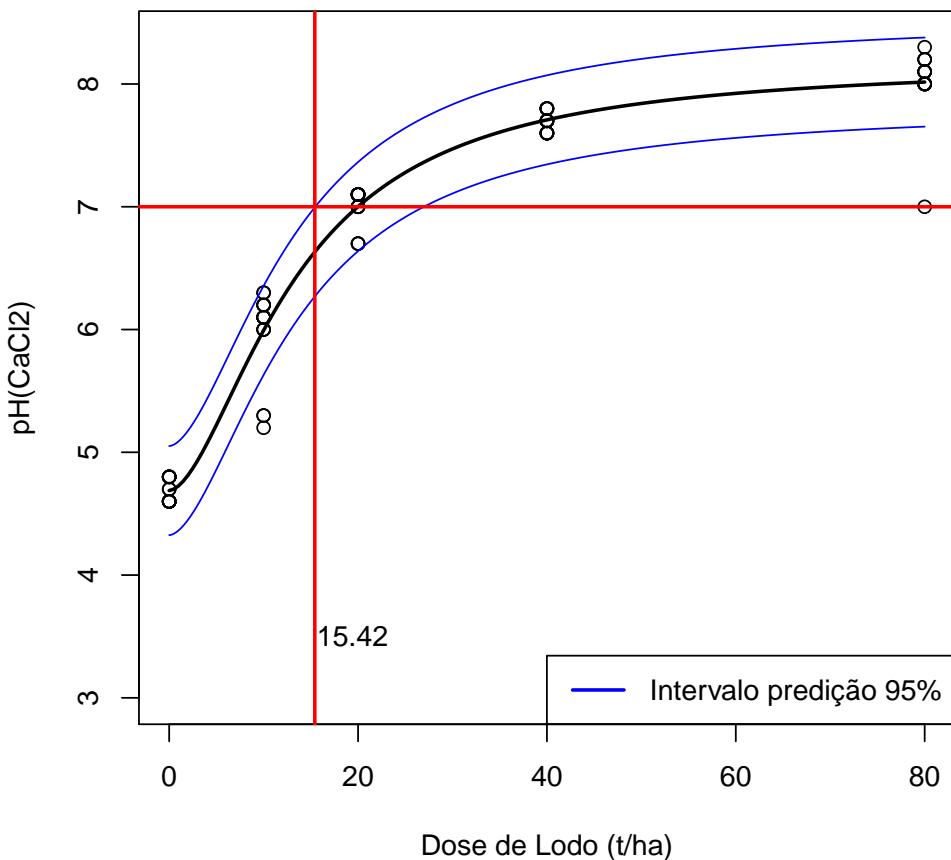
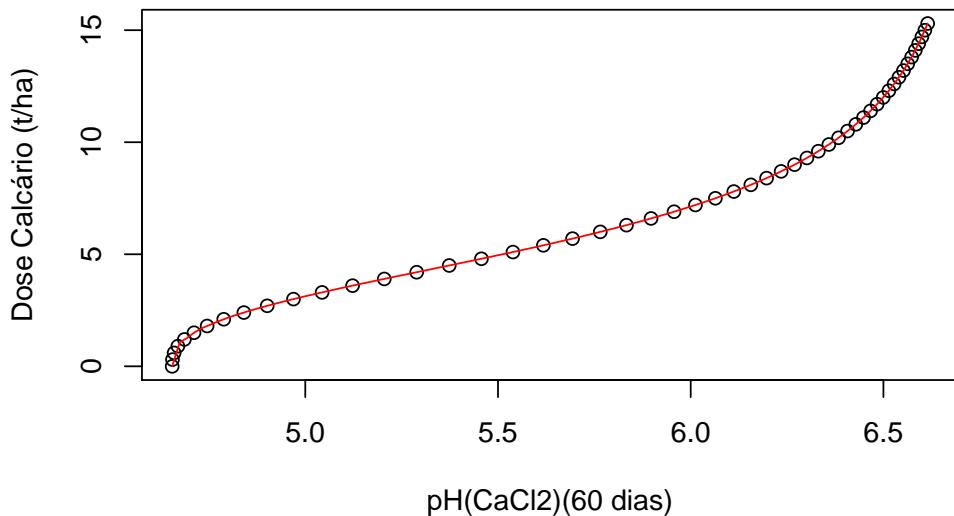


Figura 147: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Cornelio Procópio)

16.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

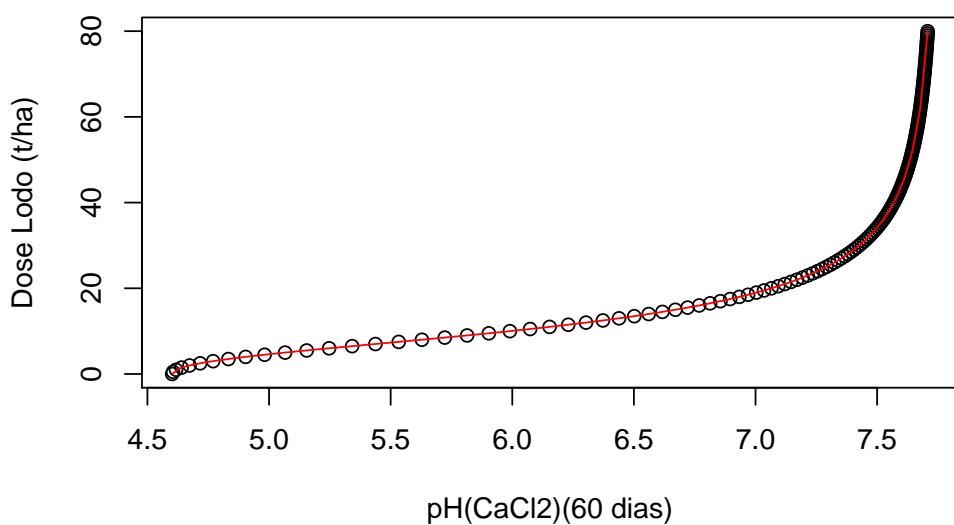


Figura 148: Função inversa das repostas (Cornelio Procopio)

Corespondência entre função e sua inversa

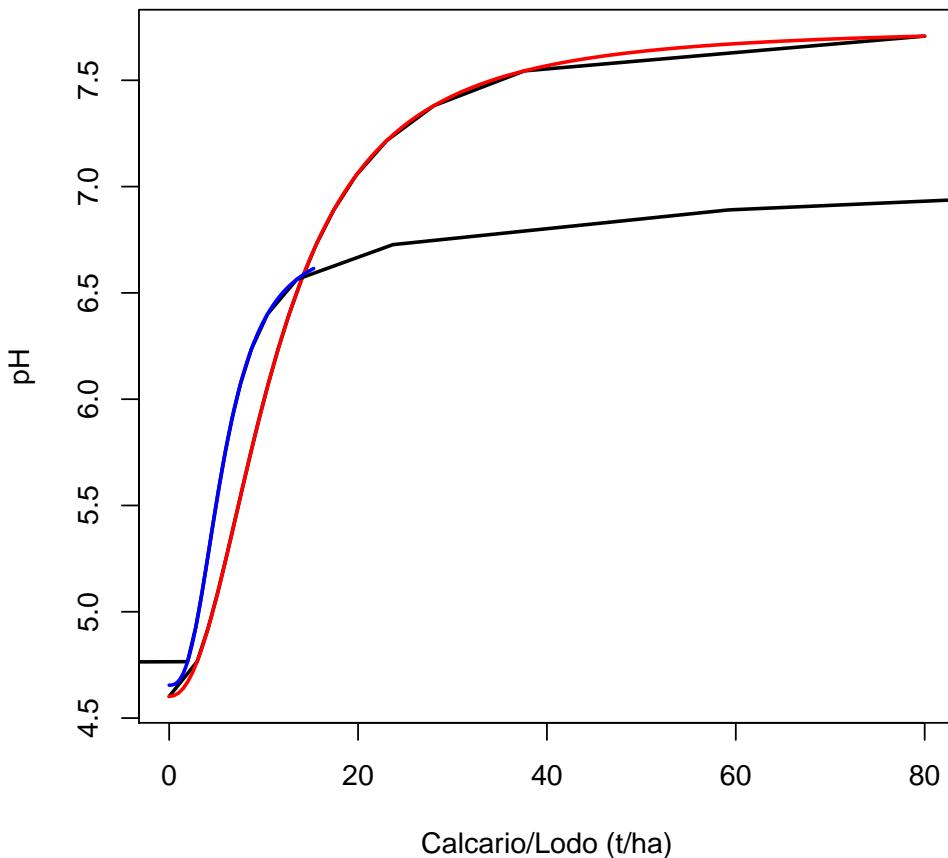
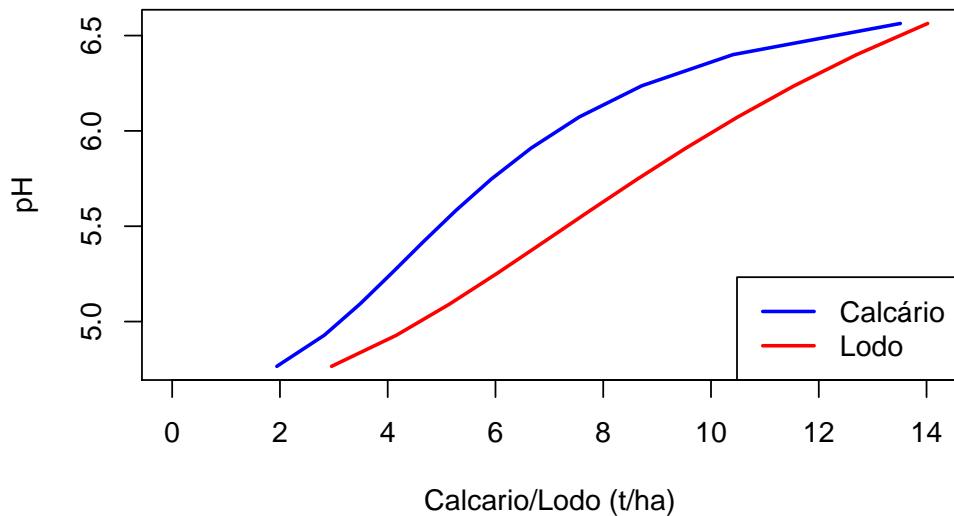


Figura 149: Correspondencia entre função e sua inversa (Cornelio Procopio)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00	4.61	3.13	1.47
8	5.25	6.02	4.06	1.48
9	5.50	7.33	4.96	1.48
10	5.75	8.65	5.93	1.46
11	6.00	10.06	7.13	1.41
12	6.25	11.63	8.83	1.32
13	6.50	13.49	12.08	1.12
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 45: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Cornelio Procopio)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

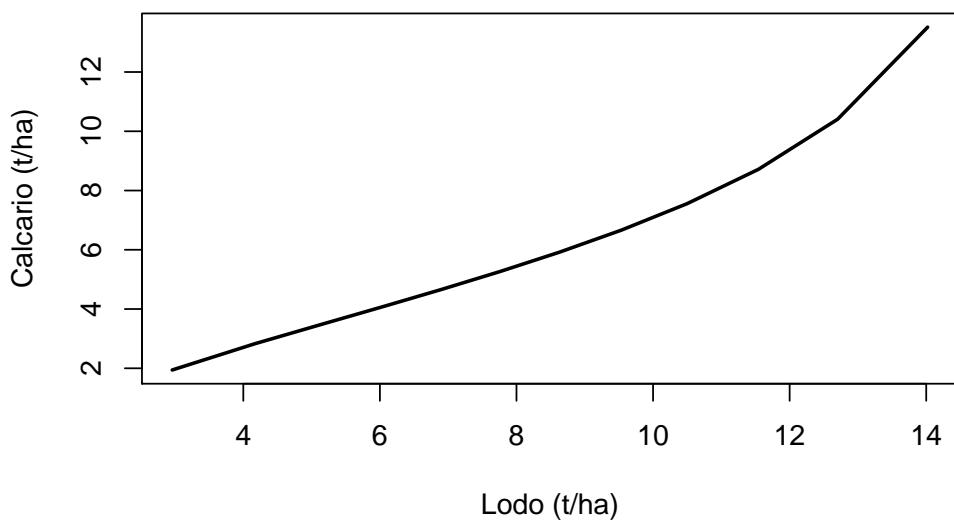


Figura 150: Correspondência no intervalo em comun (Cornelio Procopio)

17 Sto Antonio Platina

17.1 Lodo

17.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.94	0.19	120.76	0.0000
DoseL	4	121.32	30.33	19498.32	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.16	0.01	5.22	0.0000
Residuals	60	0.09	0.00		

Tabela 46: Análise de variância para Sto Antonio Platina (Lodo x tempo)

17.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.09231 0.18427 22.21 1.73e-10 ***  
b 1.13494 0.07714 14.71 1.40e-08 ***  
c 23.22013 2.10961 11.01 2.81e-07 ***  
f 4.69604 0.03114 150.78 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.05399 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.998$$

17.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.544e+00 2.520e-01 18.032 < 2e-16 ***  
b 1.004e+00 6.696e-02 14.991 < 2e-16 ***  
c 2.886e+01 3.548e+00 8.135 3.02e-12 ***  
q 1.866e-03 5.249e-04 3.555 0.00062 ***  
f 3.607e+00 3.156e-02 114.277 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1183 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.99$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

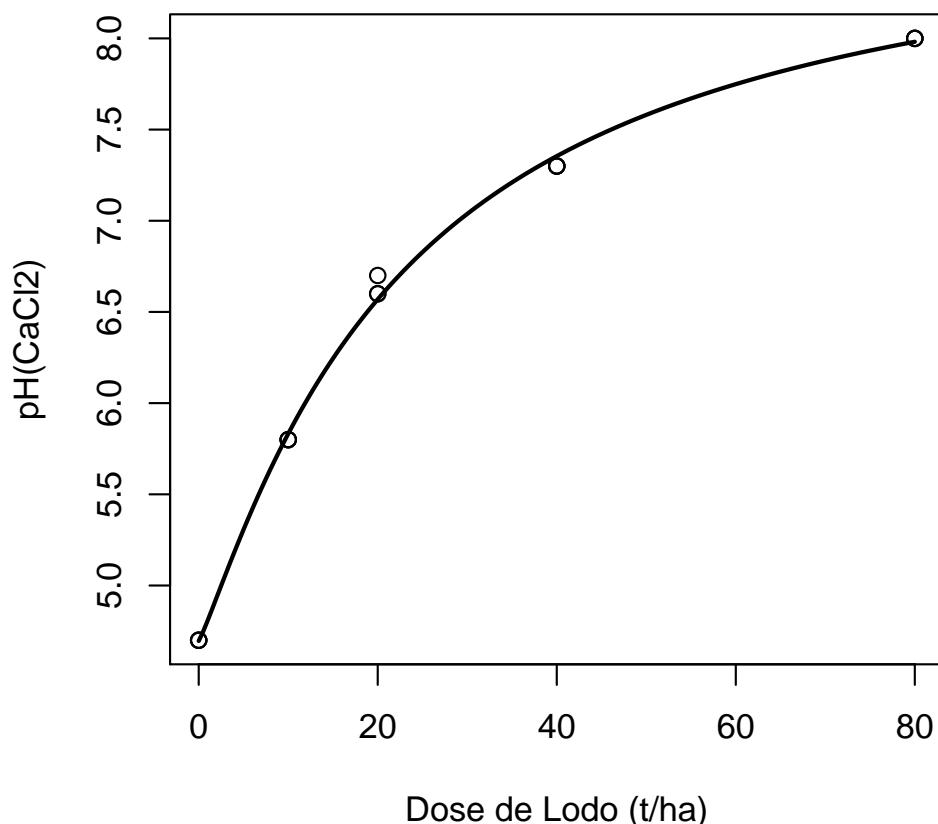


Figura 151: Resposta em função do Lodo (Sto Antonio Platina)

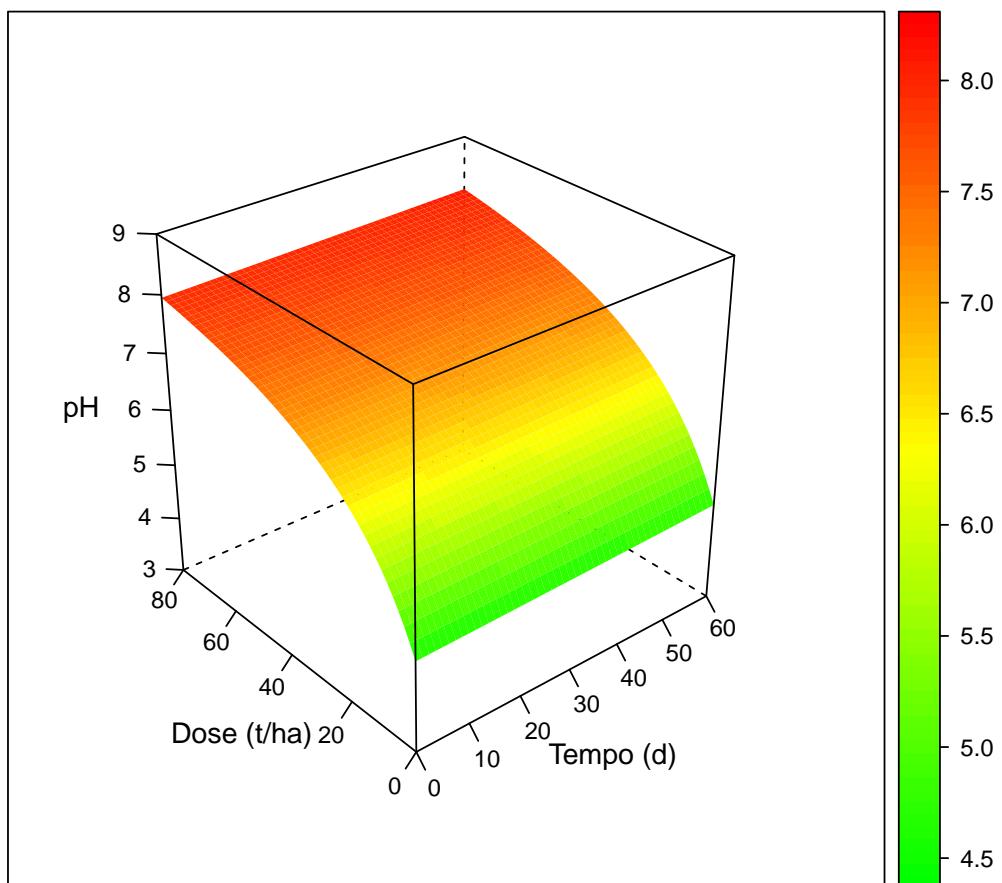


Figura 152: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Sto Antonio Platina)

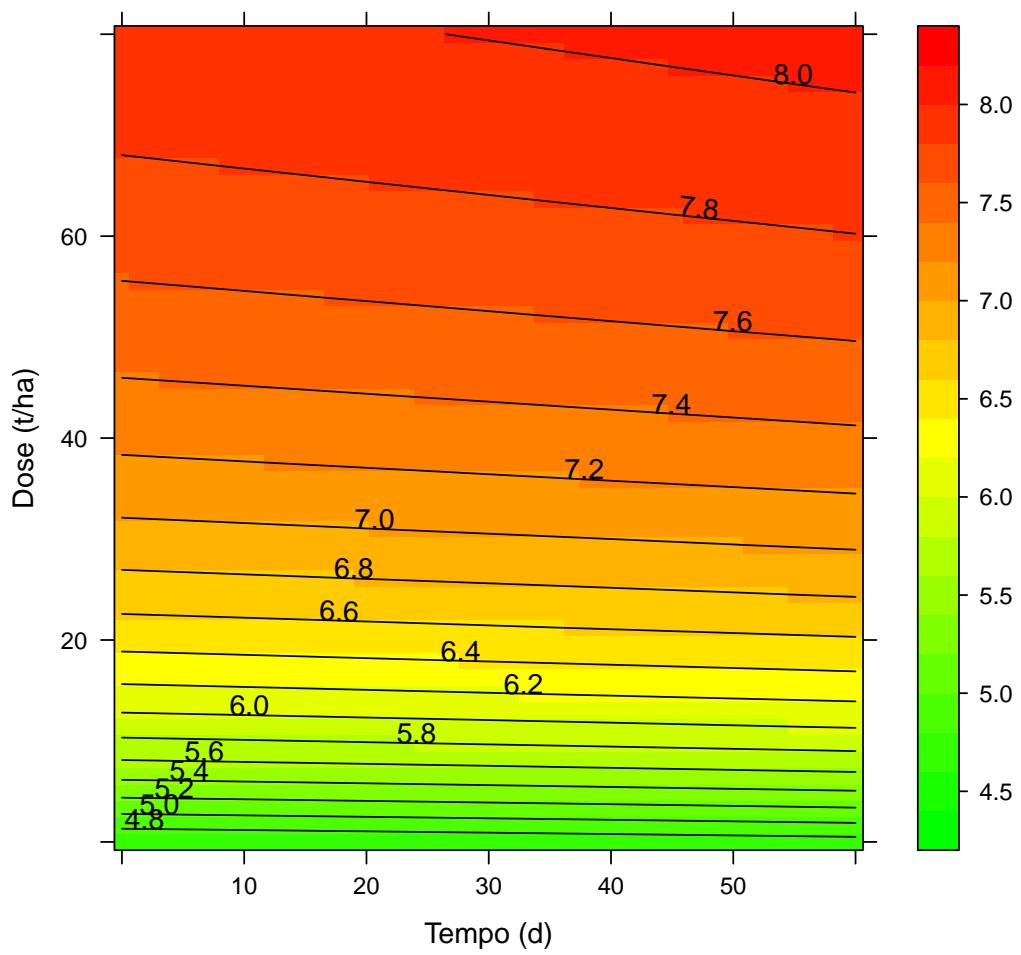


Figura 153: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Sto Antonio Platina)

17.2 Calcario

17.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	5.96	1.19	397.21	0.0000
DoseC	4	39.59	9.90	3299.54	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.80	0.14	46.71	0.0000
Residuals	60	0.18	0.00		

Tabela 47: Análise de variância para Sto Antonio Platina (Calcário x tempo)

17.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.29398 0.07375 31.10 4.50e-12 ***  
b 1.63075 0.07891 20.67 3.76e-10 ***  
c 4.91795 0.22938 21.44 2.53e-10 ***  
f 4.70365 0.01526 308.26 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.02685 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.999$$

17.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.2040728 0.4026198 5.474 4.37e-07 ***  
b 1.5104610 0.3566852 4.235 5.77e-05 ***  
c 5.4546023 1.5189950 3.591 0.000551 ***  
q 0.0058780 0.0009847 5.969 5.34e-08 ***  
f 3.4950951 0.0734923 47.557 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2821 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.861$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

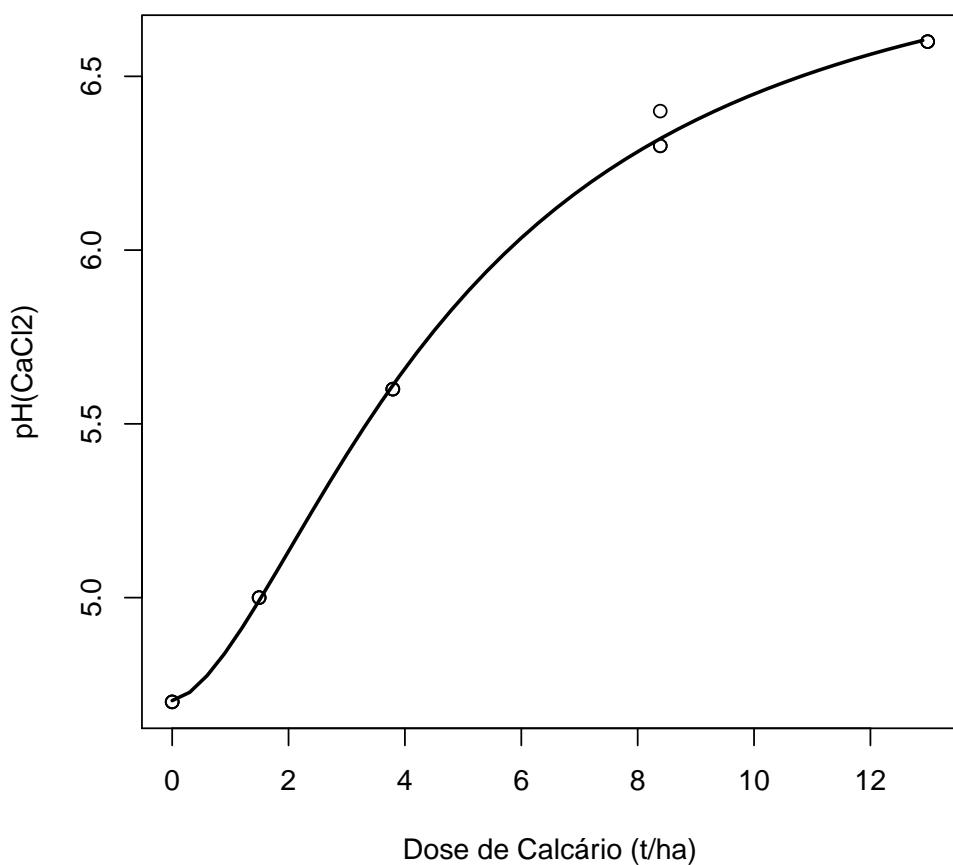


Figura 154: Resposta em função do Calcario (Sto Antonio Platina)

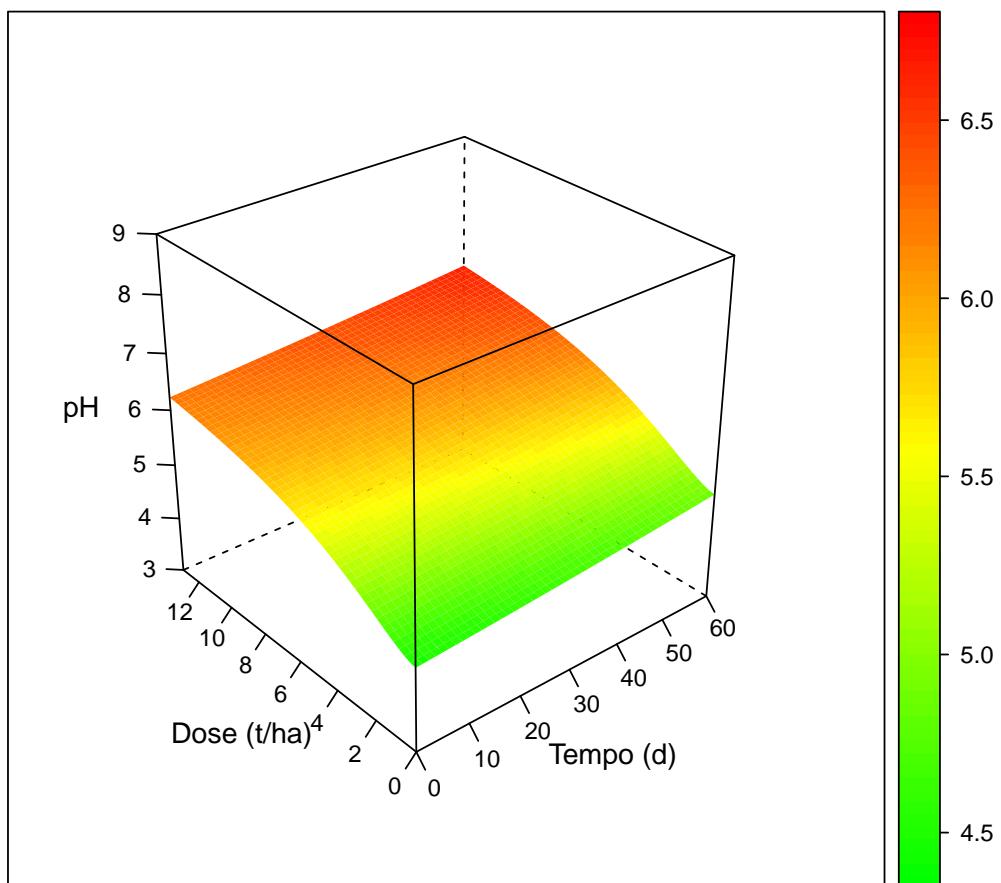


Figura 155: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcareo (Sto Antonio Platina)

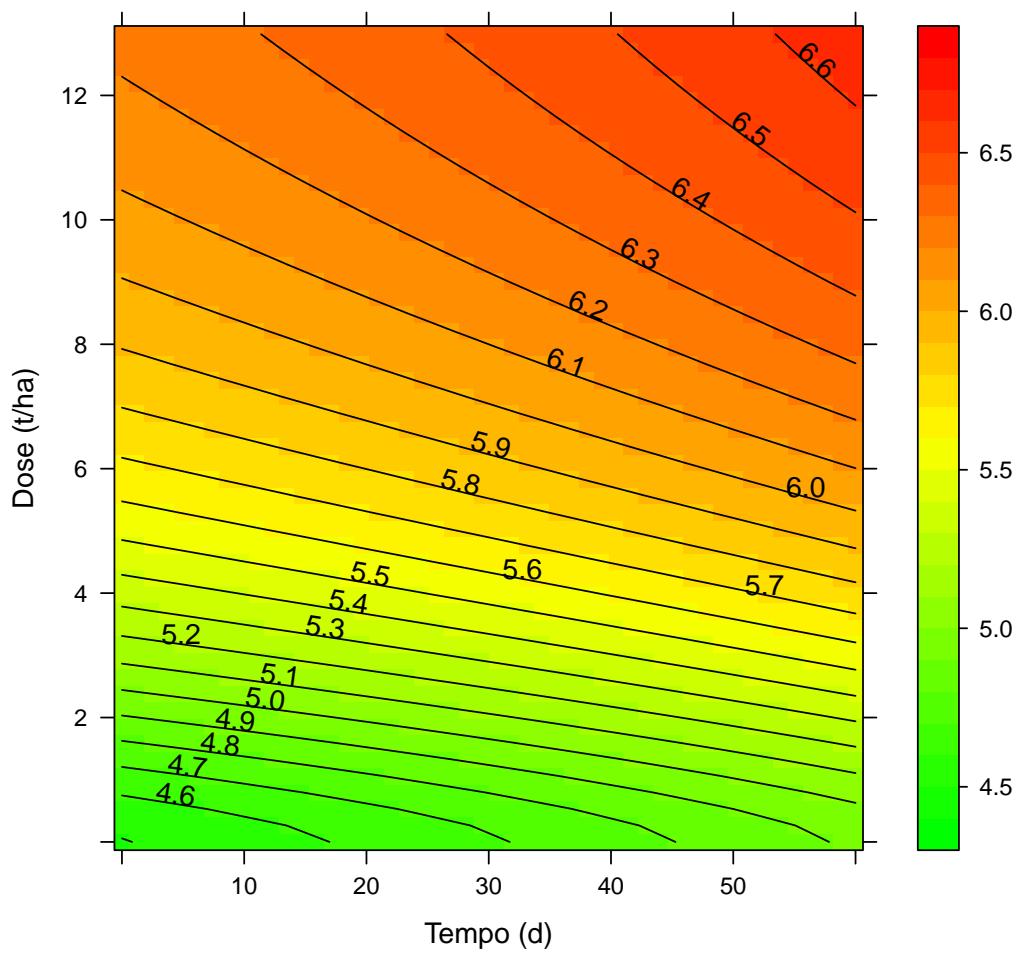


Figura 156: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcareo (Sto Antonio Platina)

17.3 Taxa Maxima e correspondencia

17.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.54362 0.26731 16.998 < 2e-16 ***  
b 1.00379 0.07103 14.132 < 2e-16 ***  
c 28.86333 3.76376 7.669 2.46e-11 ***  
f 4.65753 0.02957 157.505 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1255 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.989$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

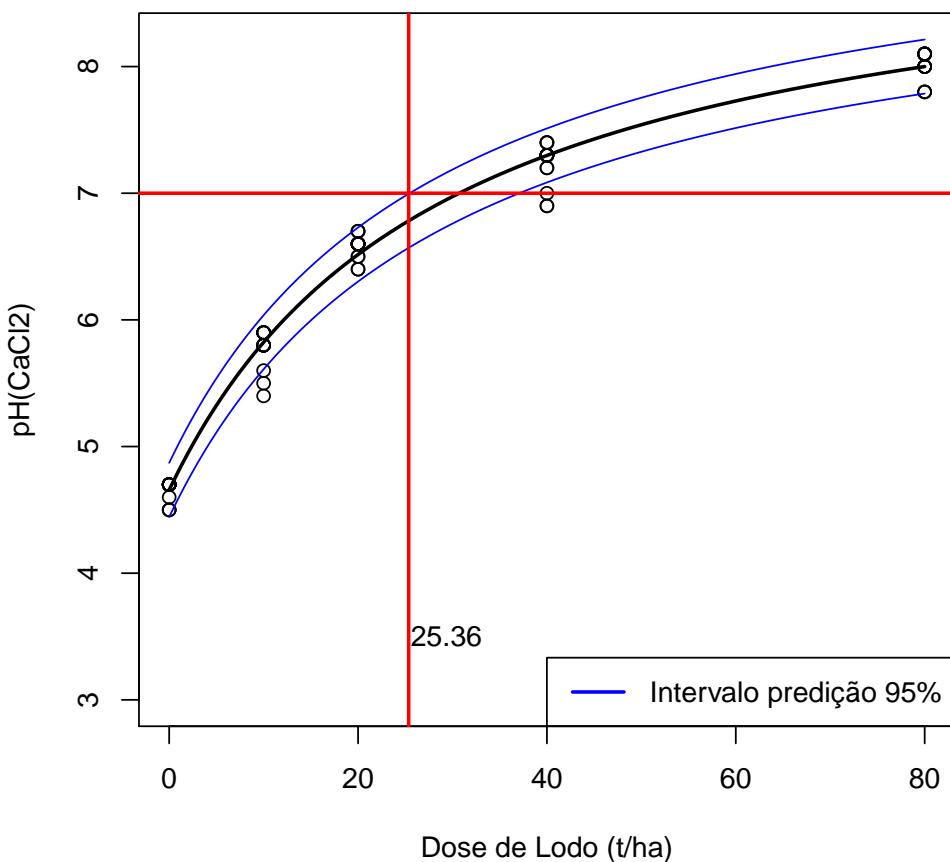
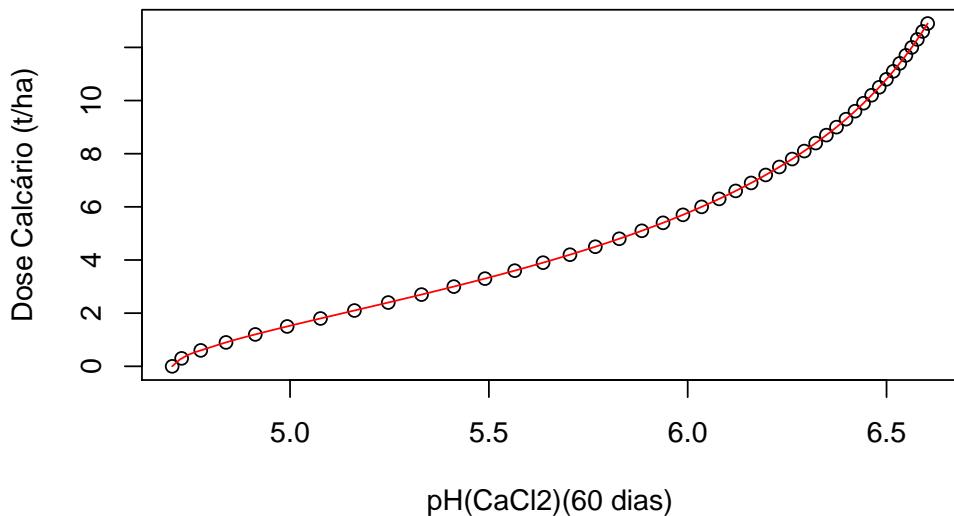


Figura 157: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Sto Antonio Platina)

17.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

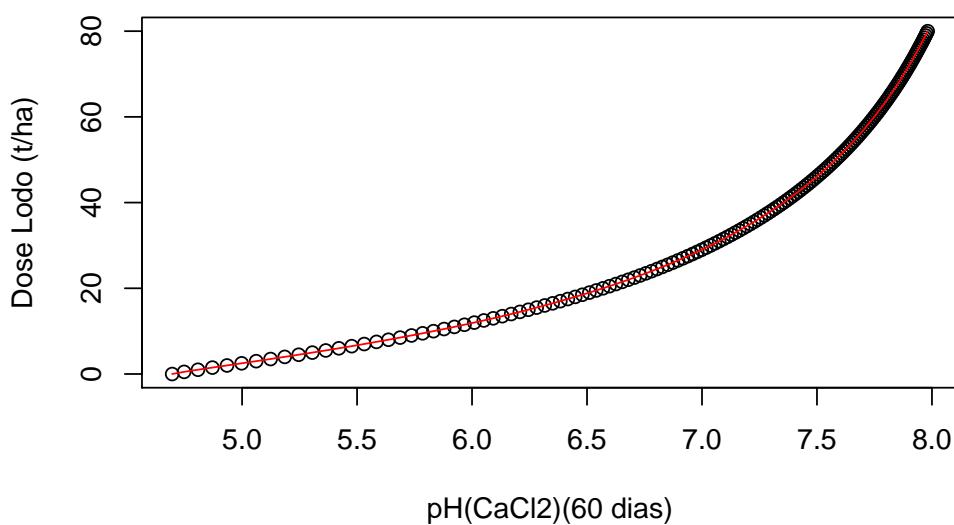


Figura 158: Função inversa das repostas (Sto Antonio Platina)

Corespondência entre função e sua inversa

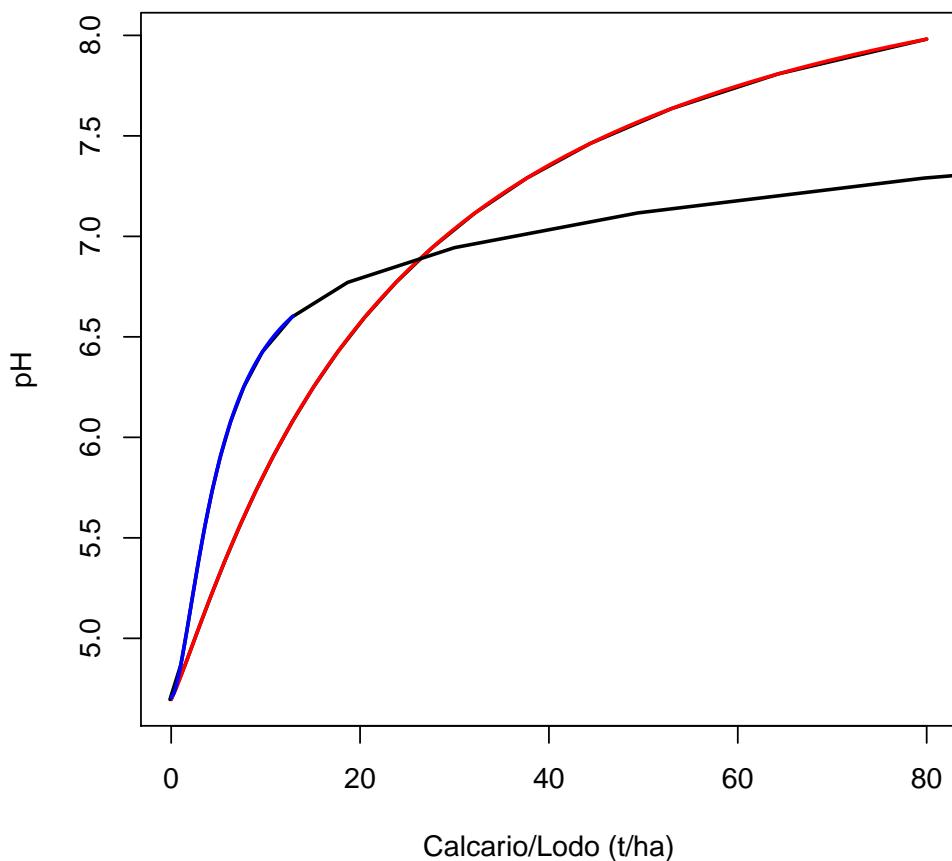
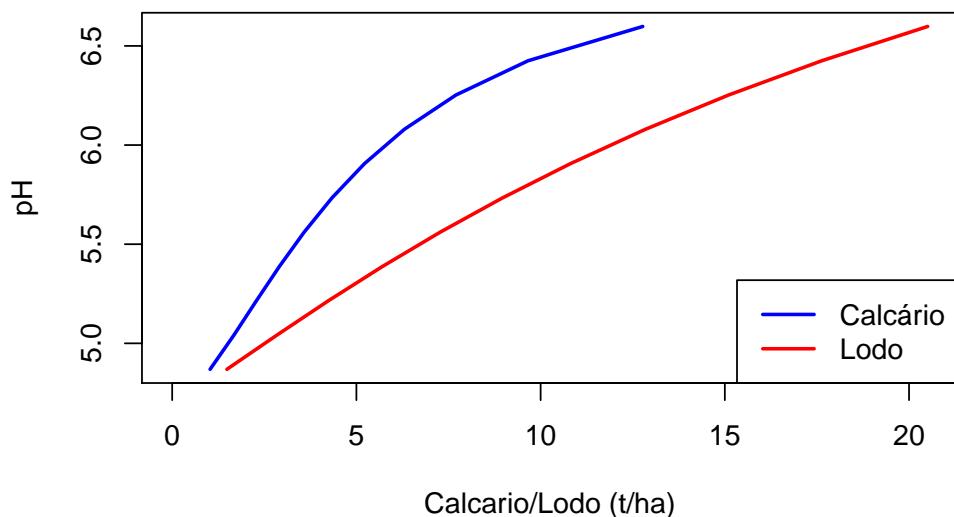


Figura 159: Correspondencia entre função e sua inversa (Sto Antonio Platina)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00	2.51	1.53	1.65
8	5.25	4.53	2.41	1.88
9	5.50	6.71	3.34	2.01
10	5.75	9.14	4.42	2.07
11	6.00	11.89	5.77	2.06
12	6.25	15.07	7.68	1.96
13	6.50	18.83	10.83	1.74
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 48: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Sto Antonio Platina)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

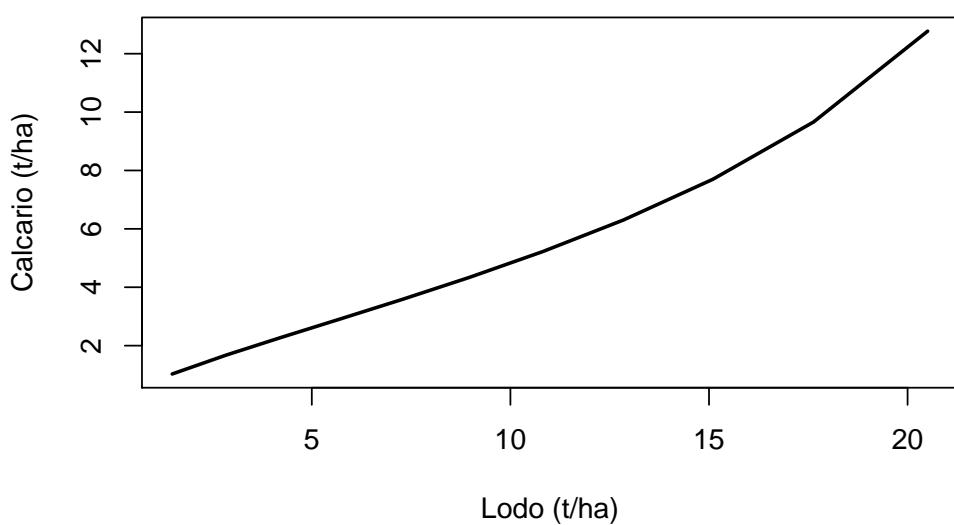


Figura 160: Correspondência no intervalo em comun (Sto Antonio Platina)

18 Francisco Beltão

18.1 Lodo

18.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.45	0.29	84.13	0.0000
DoseL	4	75.27	18.82	5462.87	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.92	0.05	13.32	0.0000
Residuals	60	0.21	0.00		

Tabela 49: Análise de variância para Francisco Beltao (Lodo x tempo)

18.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.83673 0.56249 6.821 2.87e-05 ***  
b 2.29106 0.30139 7.602 1.06e-05 ***  
c 59.32284 8.35720 7.098 2.00e-05 ***  
f 4.05034 0.03181 127.347 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.06209 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.997$$

18.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.573434 1.296518 3.527 0.000679 ***  
b 2.027697 0.331604 6.115 2.84e-08 ***  
c 74.613534 20.796253 3.588 0.000556 ***  
q 0.002897 0.000693 4.181 7.02e-05 ***  
f 2.956297 0.041280 71.615 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1661 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.97$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

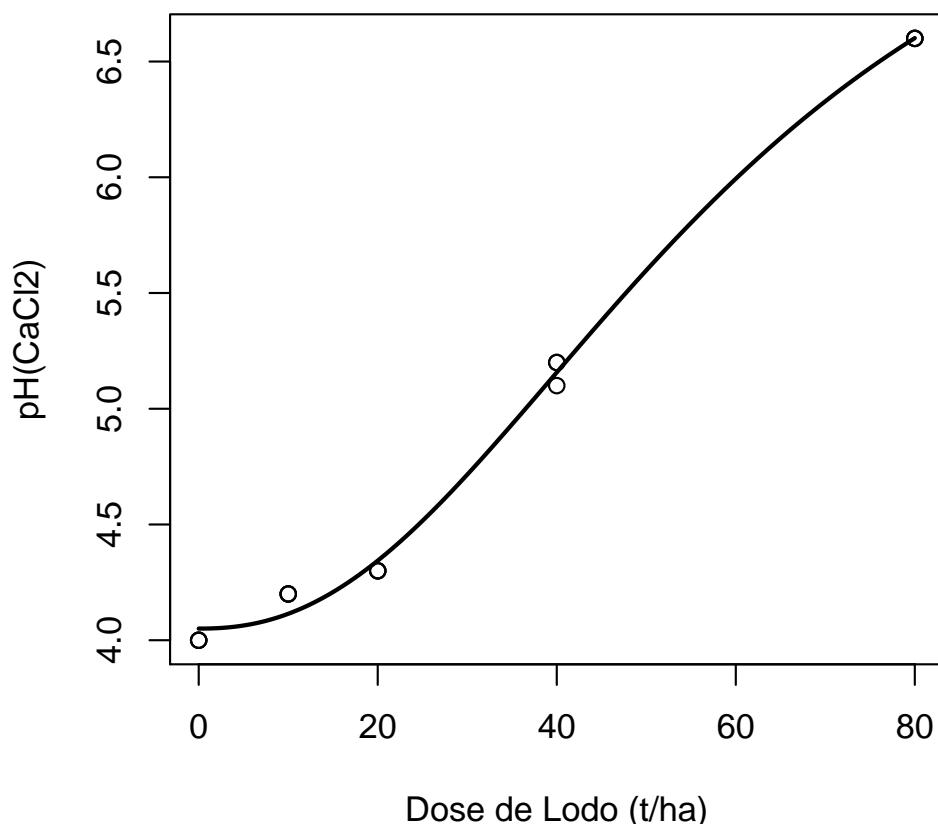


Figura 161: Resposta em função do Lodo (Francisco Beltao)

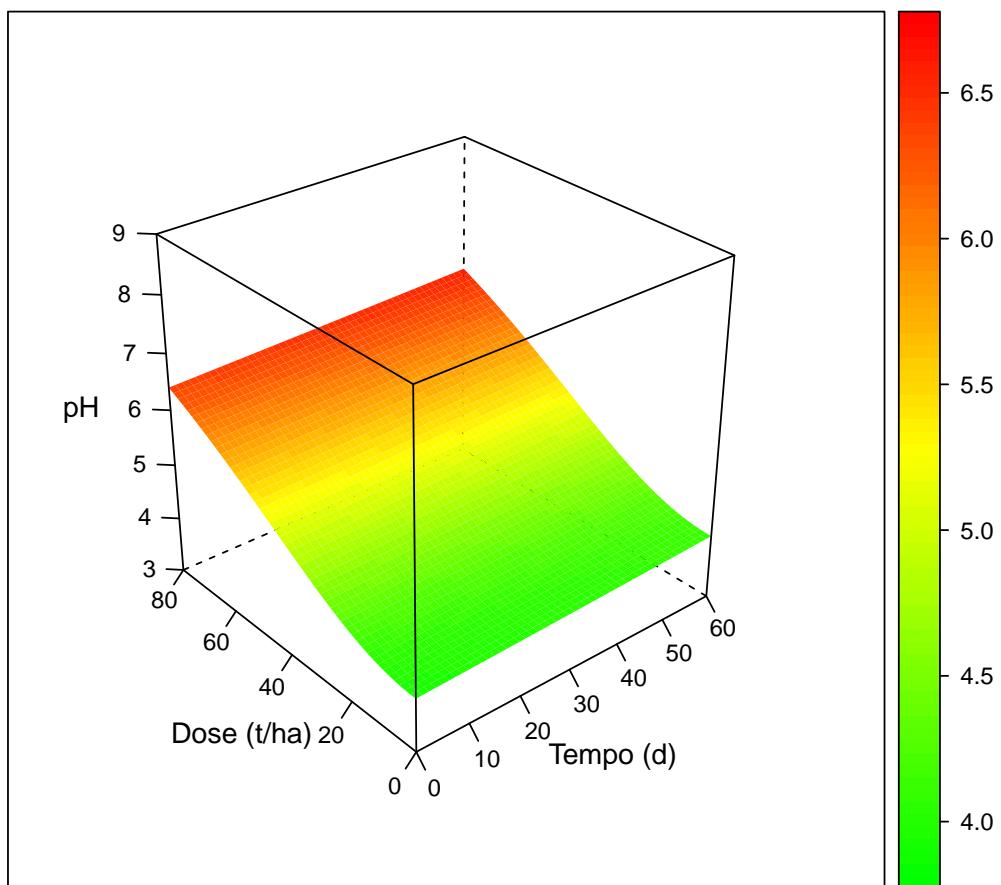


Figura 162: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Francisco Beltao)

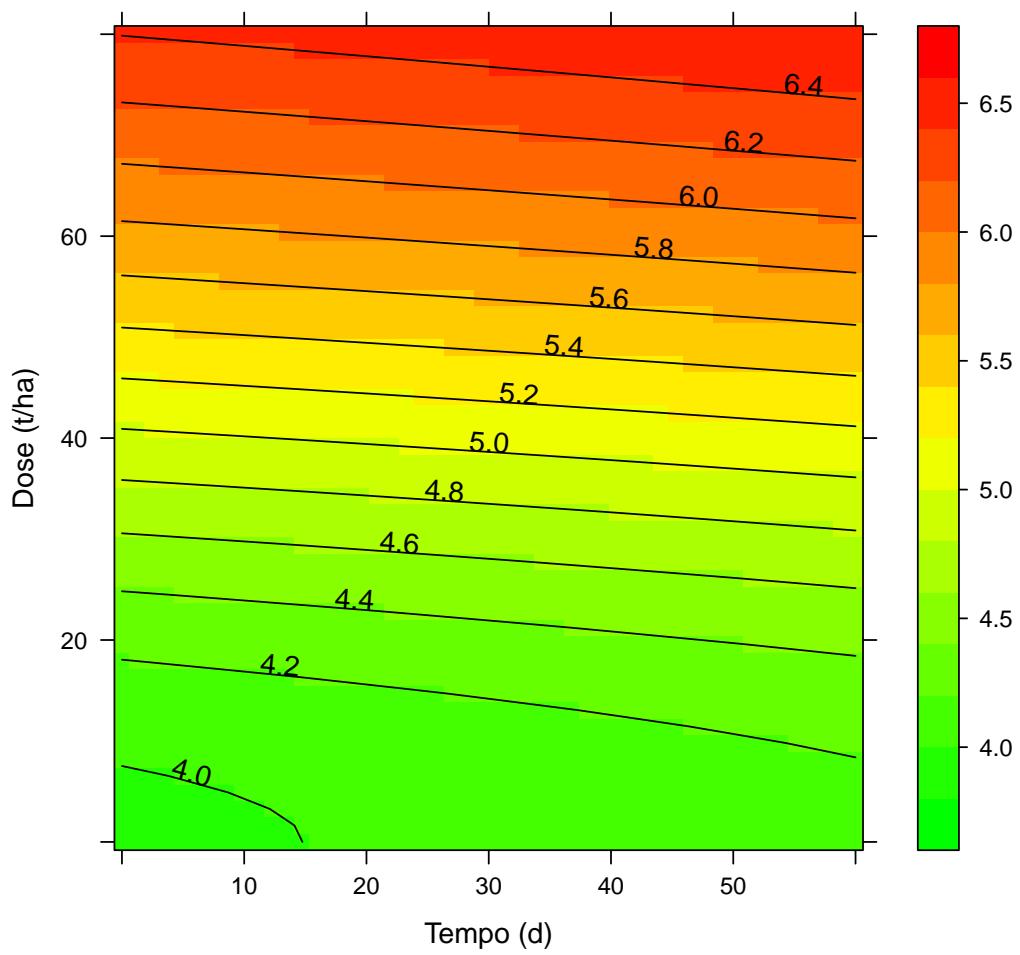


Figura 163: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Francisco Beltao)

18.2 Calcario

18.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	4.49	0.90	448.89	0.0000
DoseC	4	36.38	9.09	4547.03	0.0000
Tempo:DoseC	20	4.23	0.21	105.69	0.0000
Residuals	60	0.12	0.00		

Tabela 50: Análise de variância para Francisco Beltao (Calcário x tempo)

18.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.75498 0.32246 8.544 3.48e-06 ***  
b 3.12093 0.44388 7.031 2.18e-05 ***  
c 21.05930 1.82824 11.519 1.77e-07 ***  
f 4.08465 0.03494 116.901 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.07996 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.993$$

18.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.382e+00 4.511e+00 0.971 0.33411  
b 1.935e+00 7.254e-01 2.667 0.00916 **  
c 3.899e+01 3.613e+01 1.079 0.28361  
q 6.299e-03 9.425e-04 6.683 2.31e-09 ***  
f 2.868e+00 6.661e-02 43.056 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2769 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.856$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

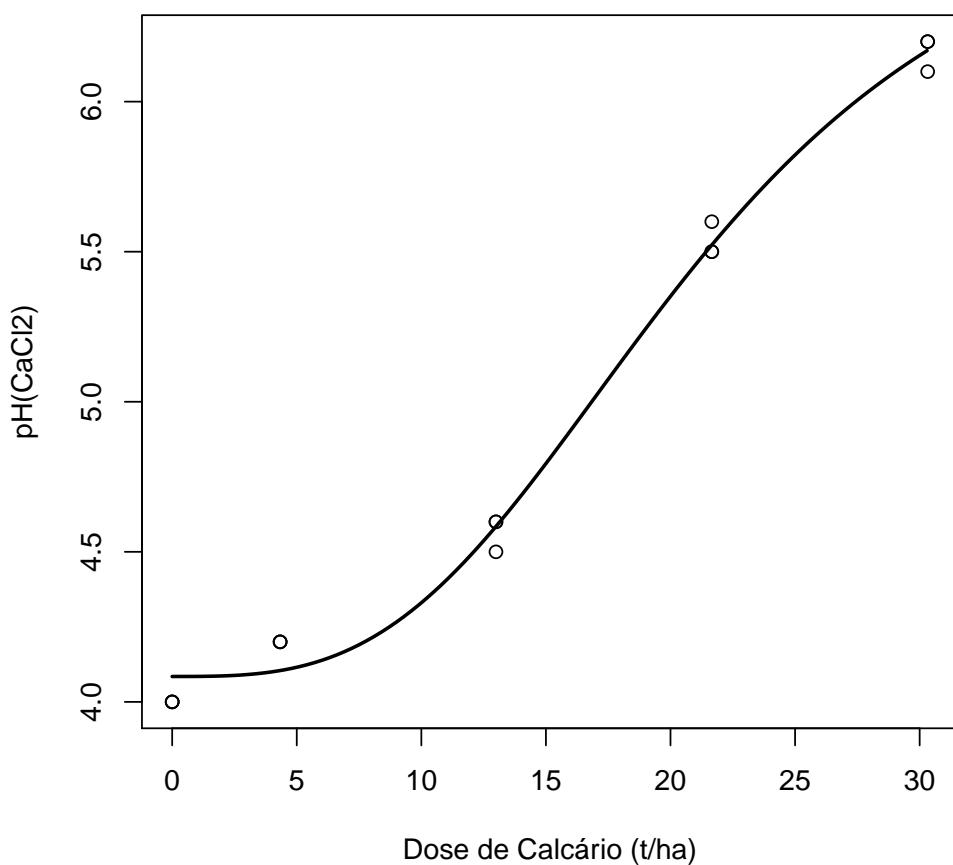


Figura 164: Resposta em função do Calcario (Francisco Beltao)

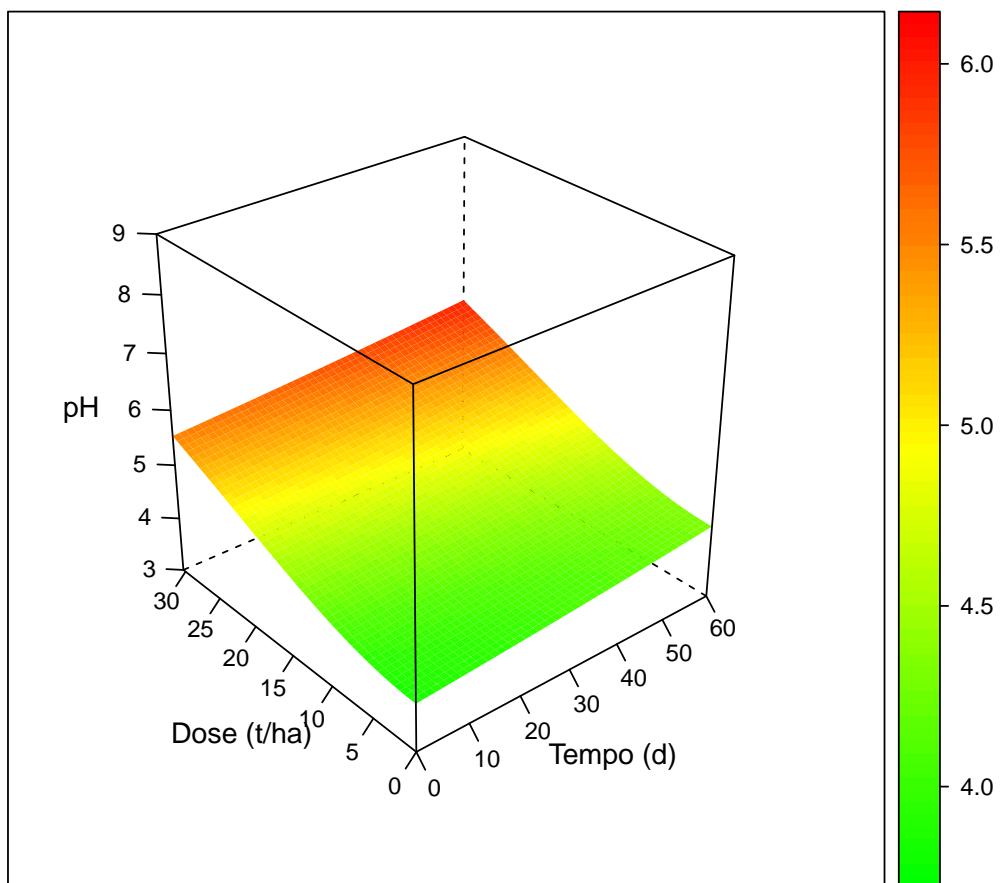


Figura 165: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Francisco Beltao)

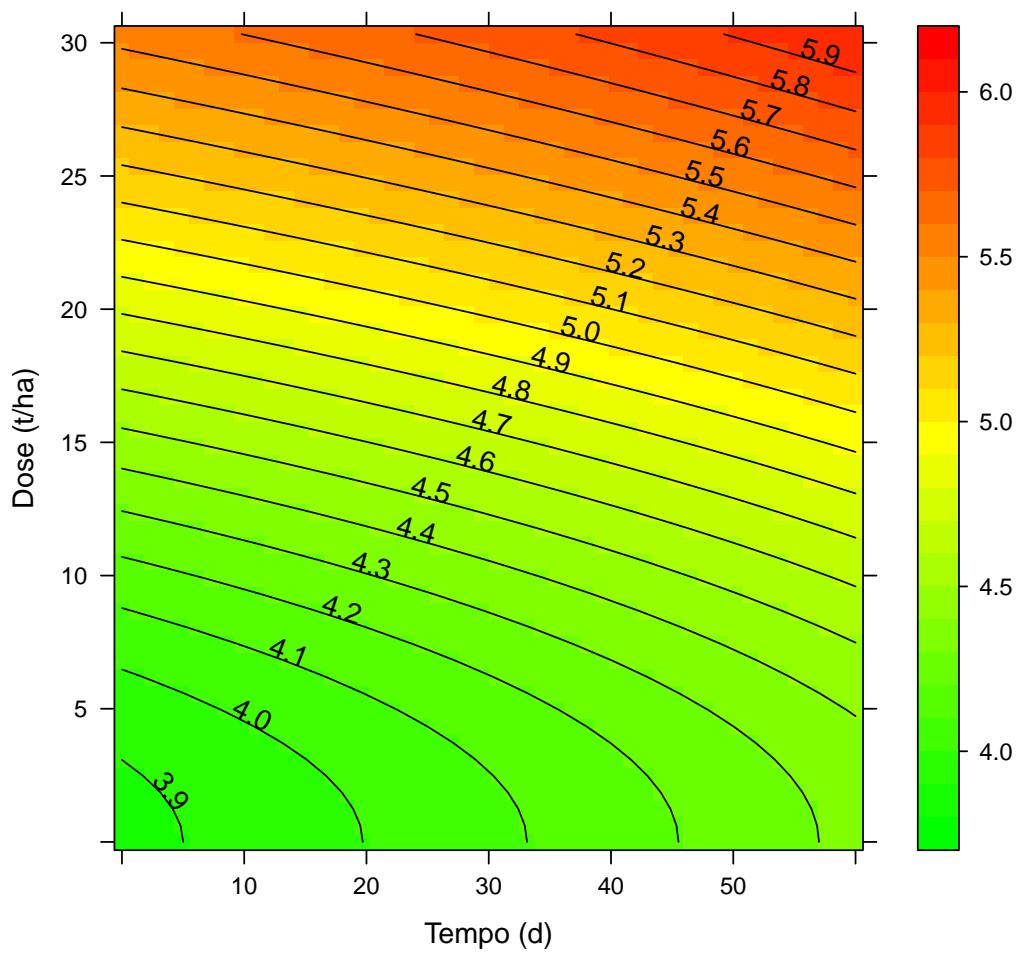


Figura 166: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Francisco Beltau)

18.3 Taxa Maxima e correspondencia

18.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.57344 1.40095 3.265 0.00157 **  
b 2.02770 0.35831 5.659 1.96e-07 ***  
c 74.61358 22.47141 3.320 0.00132 **  
f 4.03660 0.03874 104.185 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1795 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.964$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

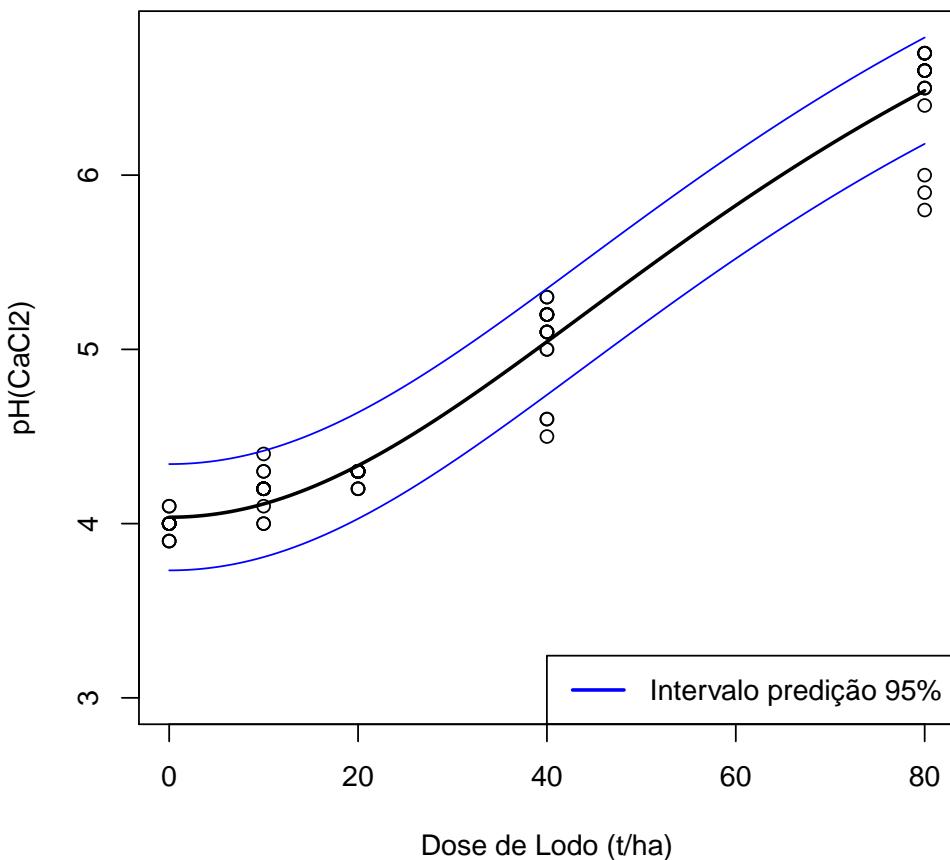
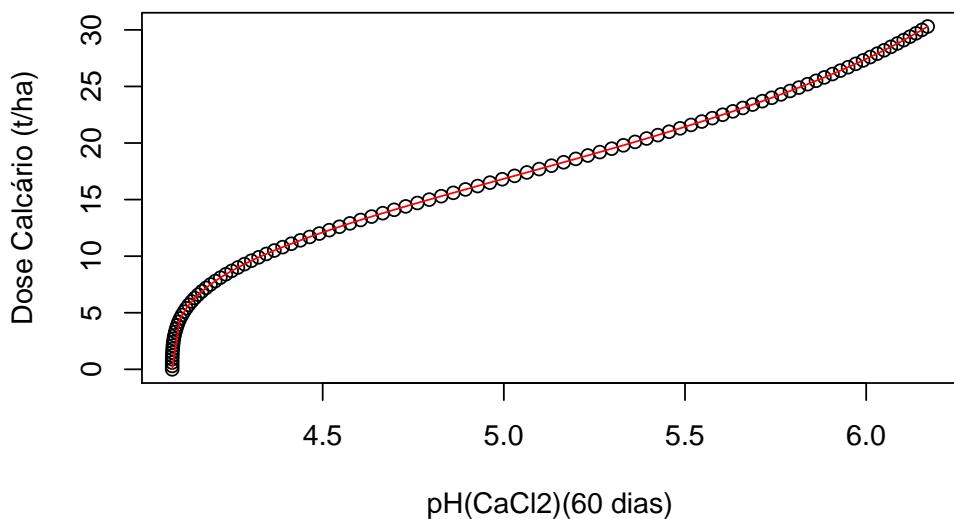


Figura 167: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Francisco Beltao)

18.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

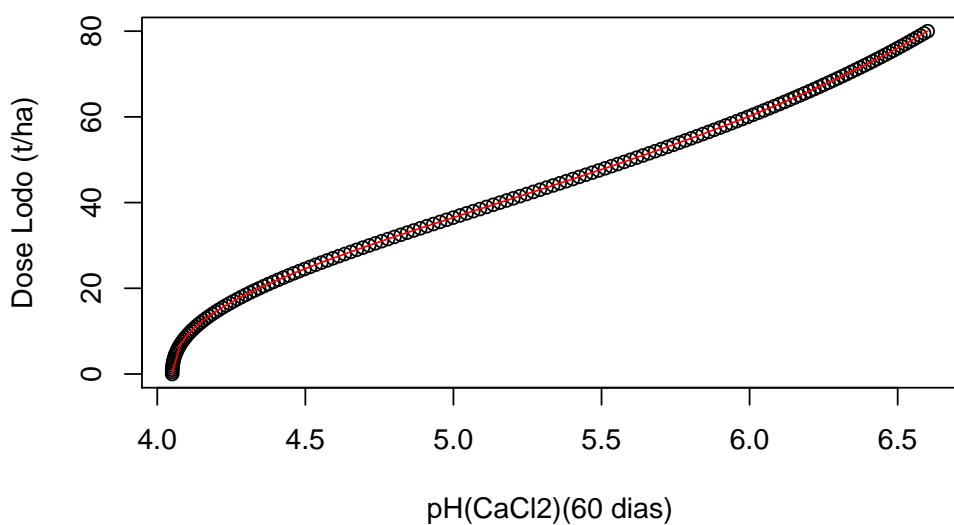


Figura 168: Função inversa das repostas (Francisco Beltau)

Corespondência entre função e sua inversa

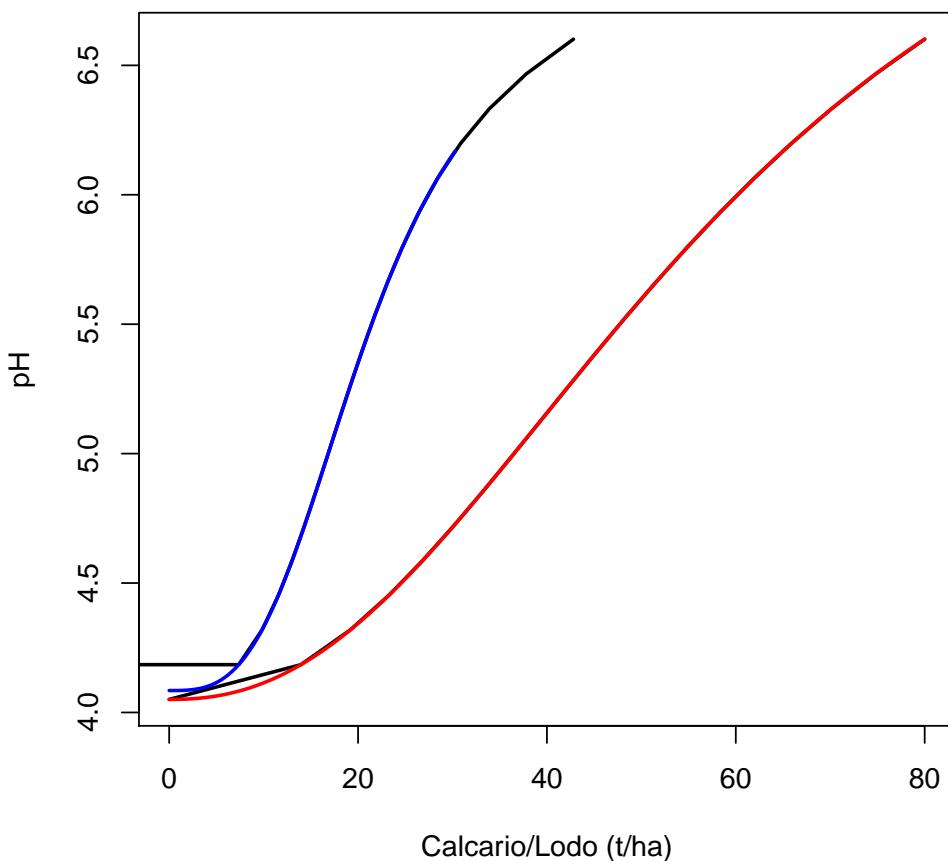
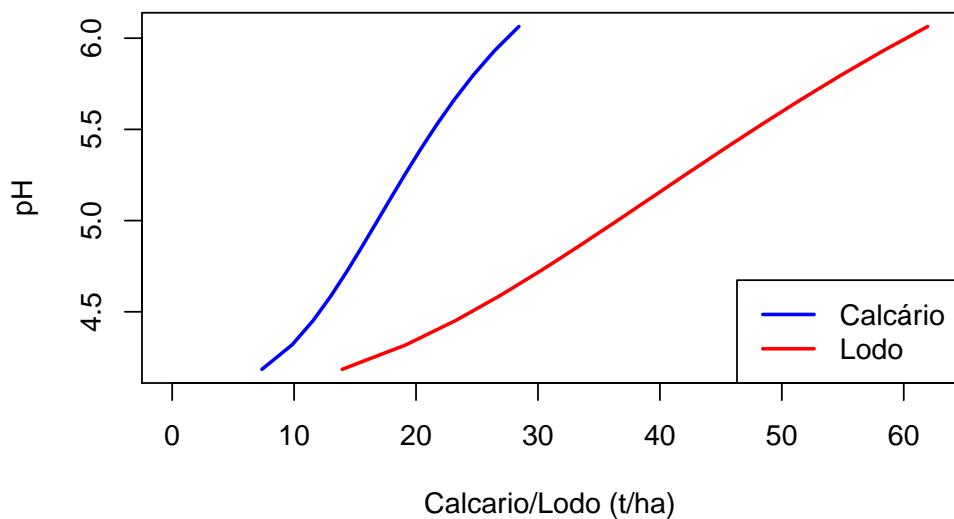


Figura 169: Correspondencia entre função e sua inversa (Francisco Beltao)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25	16.68	8.69	1.92
5	4.50	24.57	12.10	2.03
6	4.75	30.82	14.59	2.11
7	5.00	36.51	16.84	2.17
8	5.25	42.06	19.07	2.21
9	5.50	47.72	21.43	2.23
10	5.75	53.68	24.13	2.23
11	6.00	60.17	27.43	2.19
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 51: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Francisco Beltao)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

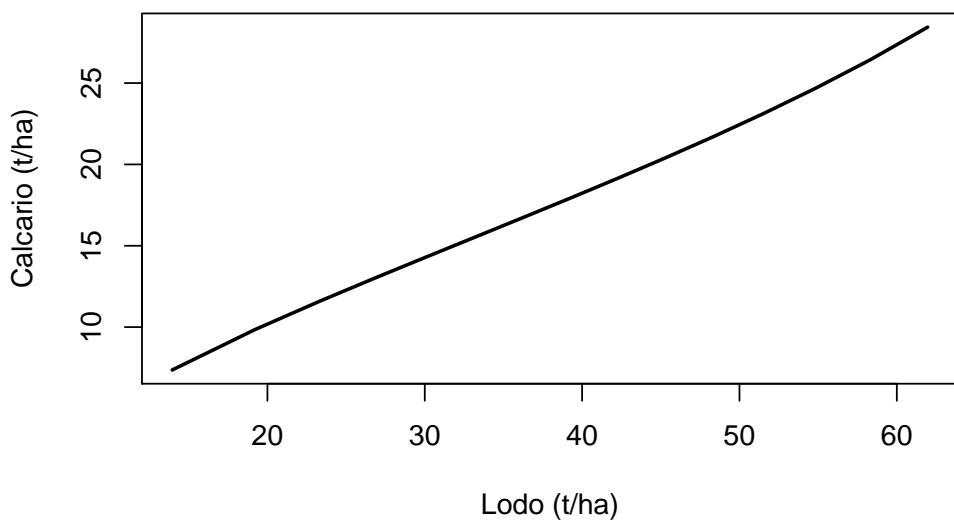


Figura 170: Correspondência no intervalo em comun (Francisco Beltao)

19 Guarapuava

19.1 Lodo

19.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.91	0.38	343.86	0.0000
DoseL	4	102.62	25.65	23088.60	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.31	0.02	13.86	0.0000
Residuals	60	0.07	0.00		

Tabela 52: Análise de variância para Guarapuava (Lodo x tempo)

19.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 7.28388 0.98775 7.374 1.40e-05 ***  
b 1.00640 0.05683 17.710 1.96e-09 ***  
c 105.78256 25.88128 4.087 0.0018 **  
f 4.16843 0.02106 197.887 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.03661 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.999$

19.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 5.518e+00 7.558e-01 7.301 1.41e-10 ***  
b 1.130e+00 9.541e-02 11.846 < 2e-16 ***  
c 6.706e+01 1.615e+01 4.152 7.79e-05 ***  
q 3.223e-03 5.928e-04 5.437 5.10e-07 ***  
f 3.059e+00 3.835e-02 79.772 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1449 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.983$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

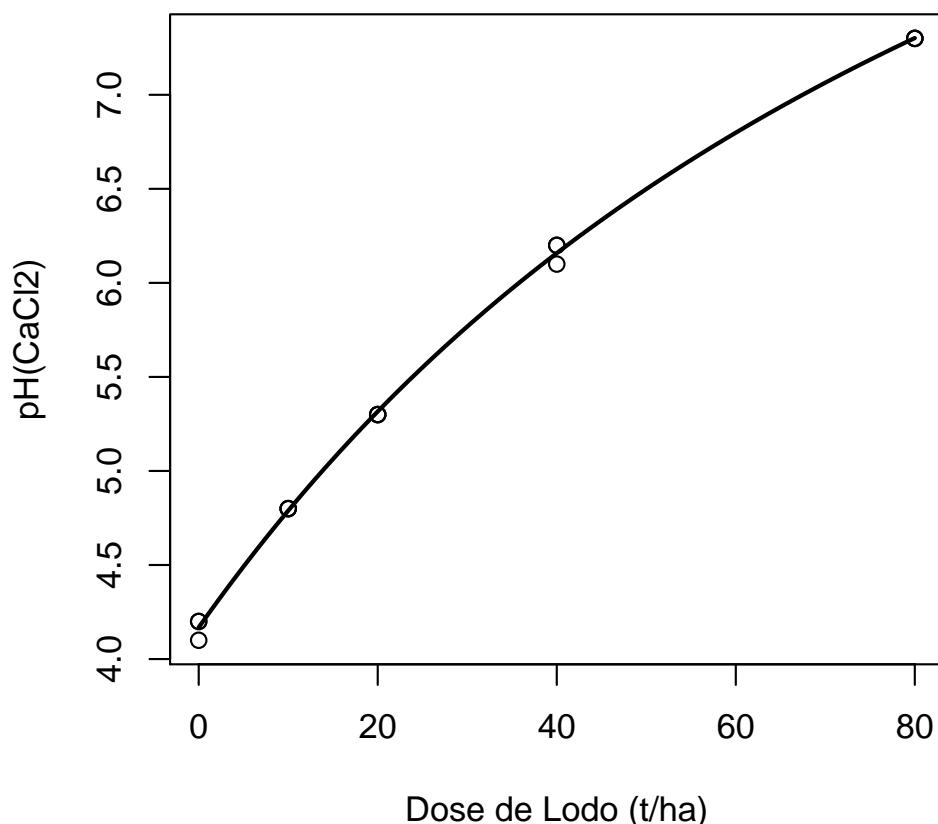


Figura 171: Resposta em função do Lodo (Guarapuava)

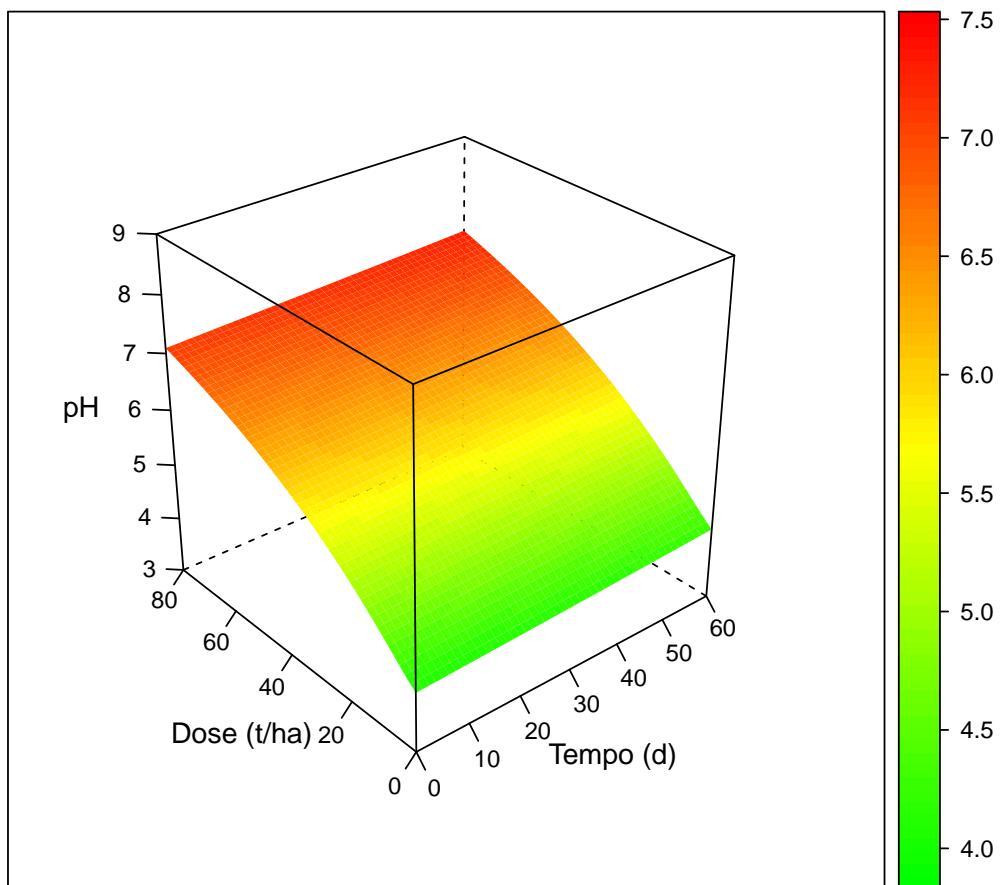


Figura 172: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Guarapuava)

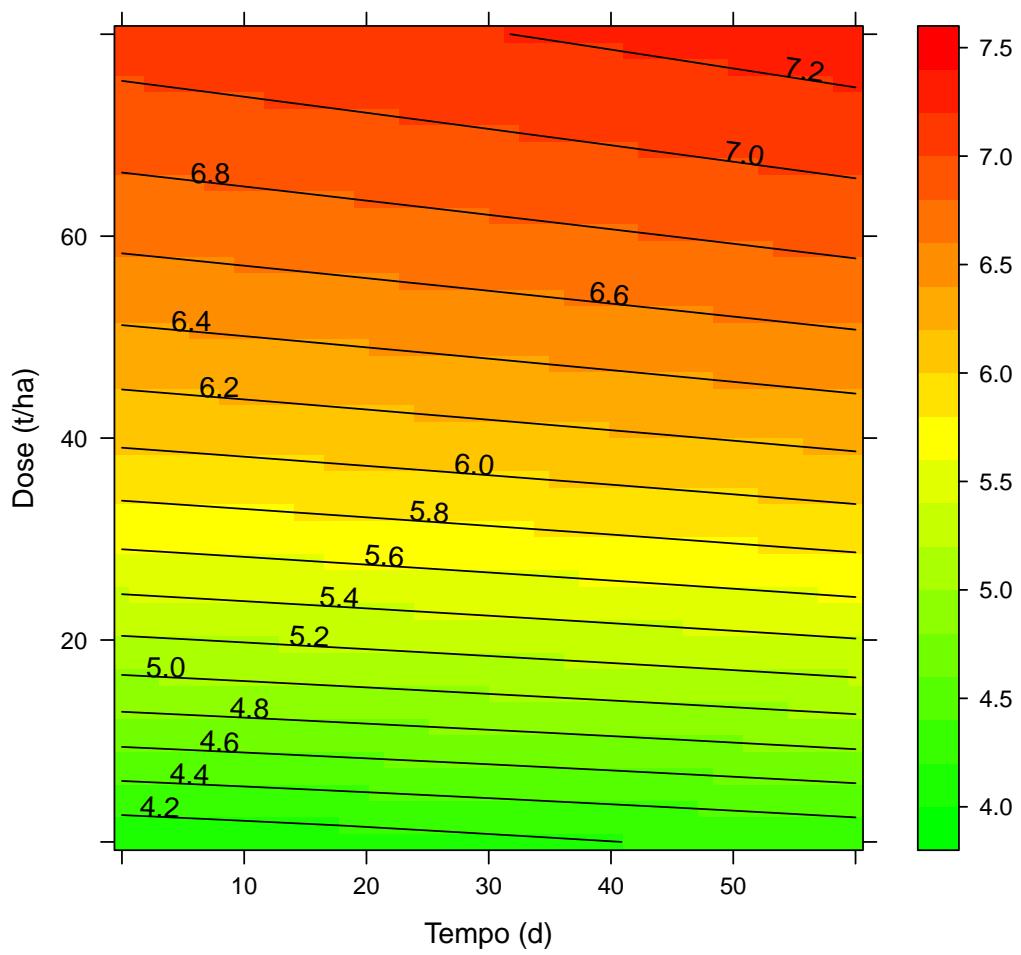


Figura 173: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Guarapuava)

19.2 Calcario

19.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	4.89	0.98	1100.00	0.0000
DoseC	4	32.00	8.00	9000.81	0.0000
Tempo:DoseC	20	1.43	0.07	80.31	0.0000
Residuals	60	0.05	0.00		

Tabela 53: Análise de variância para Guarapuava (Calcário x tempo)

19.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 1.470e+04 3.288e+07 0.000 0.999651
b 8.715e-01 1.575e-01 5.534 0.000177 ***
c 6.751e+05 1.734e+09 0.000 0.999696
f 4.230e+00 3.028e-02 139.718 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.0526 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: NA

$$R^2 = 0.995$$

19.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 1.153e+06 3.234e+11 0.000 0.999997
b 8.404e-01 2.211e-01 3.801 0.000270 ***
c 1.927e+08 6.431e+13 0.000 0.999998
q 4.045e-03 1.018e-03 3.973 0.000148 ***
f 3.089e+00 6.711e-02 46.025 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2587 on 85 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 5

Achieved convergence tolerance: NA

$$R^2 = 0.852$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

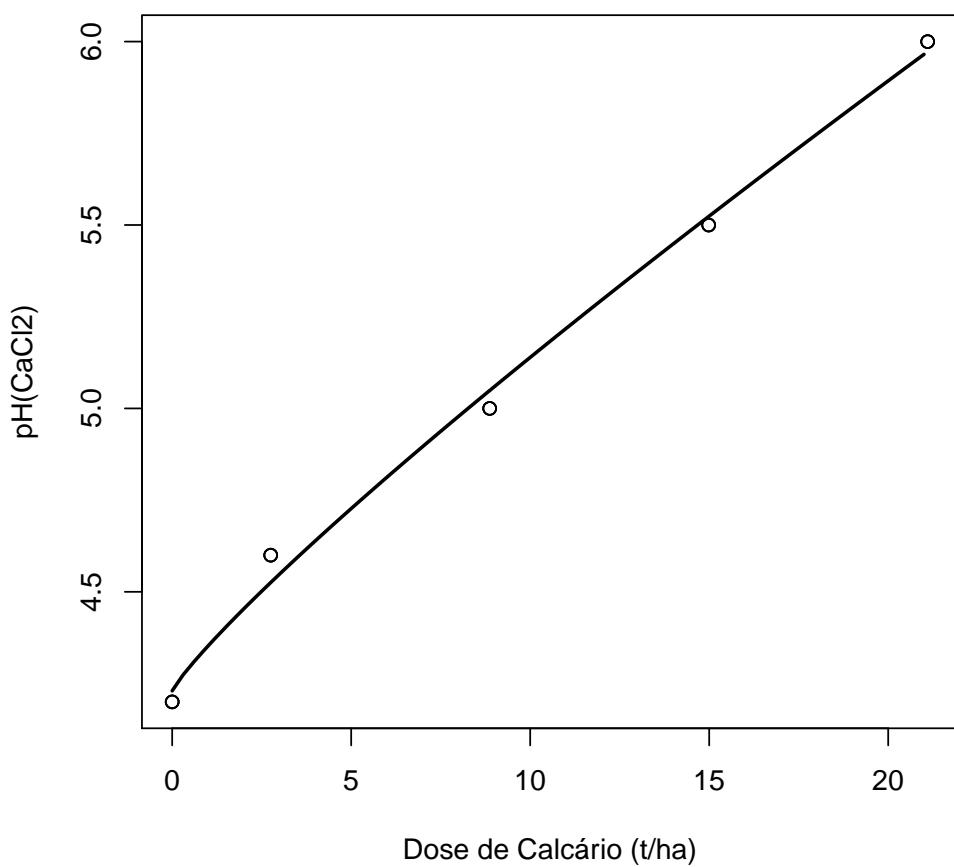


Figura 174: Resposta em função do Calcario (Guarapuava)

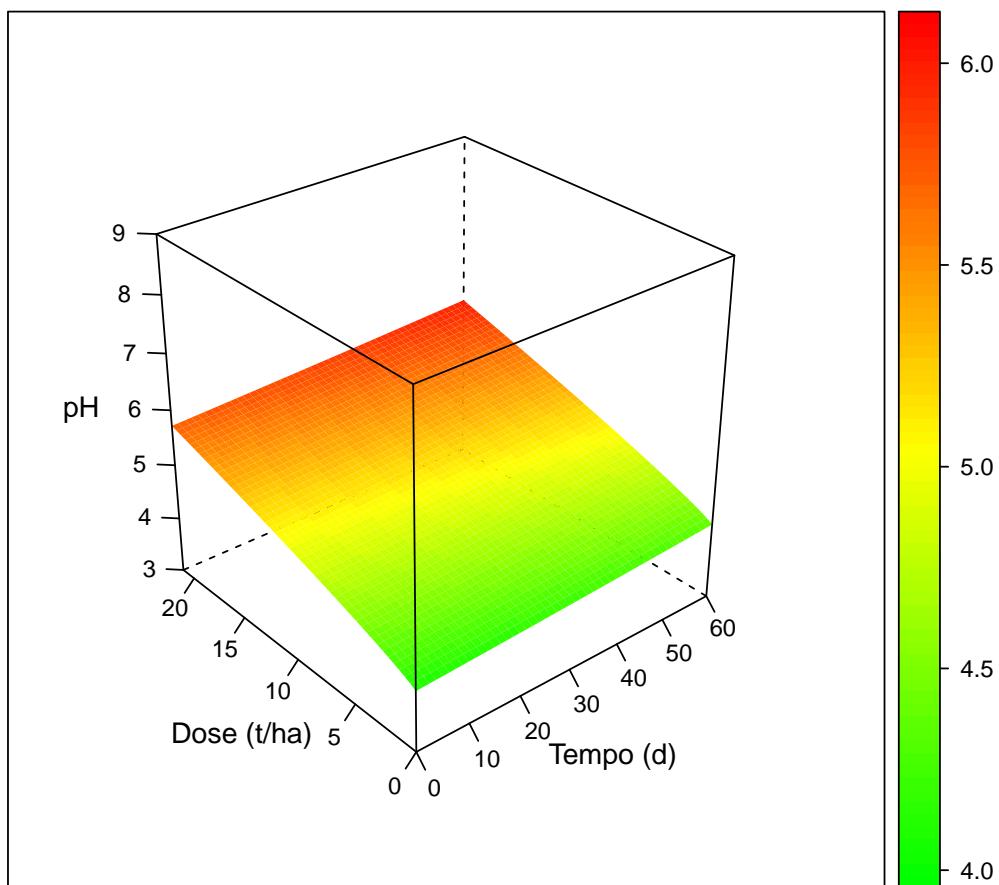


Figura 175: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Guarapuava)

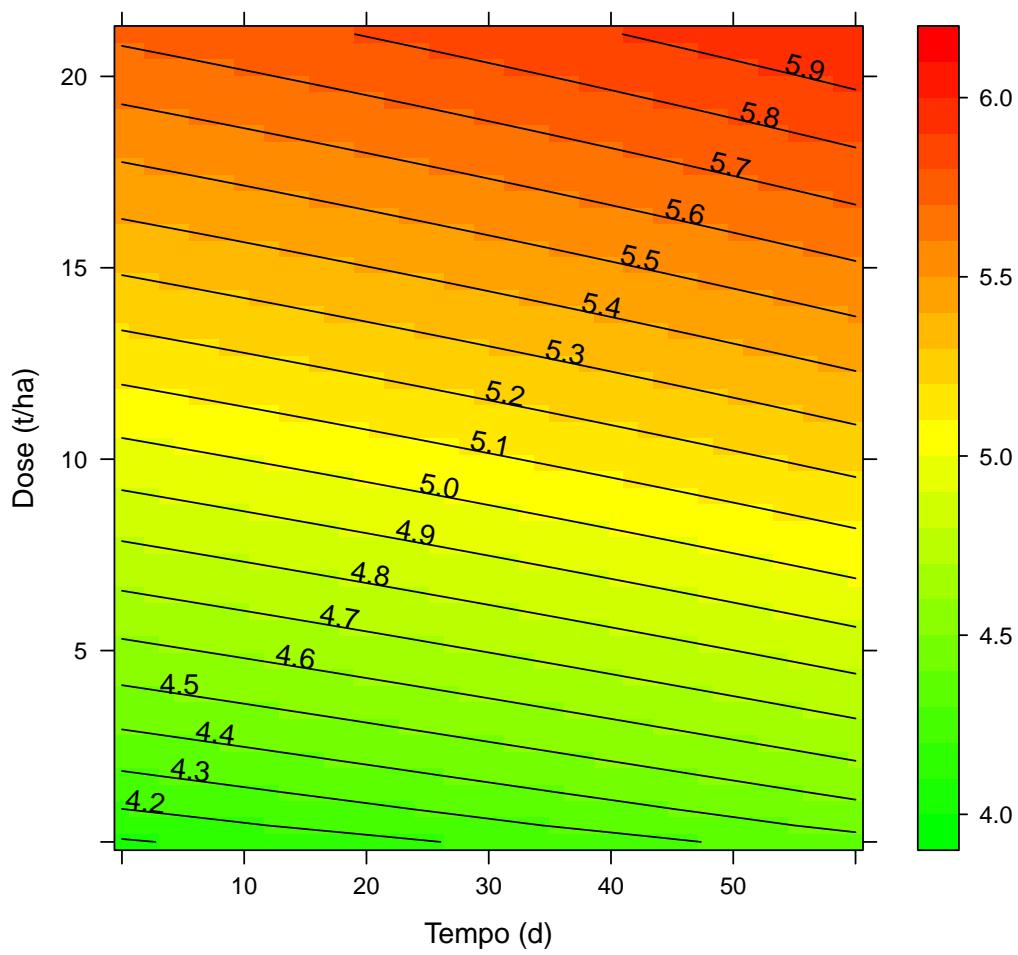


Figura 176: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Guarapuava)

19.3 Taxa Maxima e correspondencia

19.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a   5.5177    0.8581   6.430 6.87e-09 ***  
b   1.1302    0.1083  10.434 < 2e-16 ***  
c  67.0628   18.3369   3.657 0.000438 ***  
f   4.1492    0.0386 107.505 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1645 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.978$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

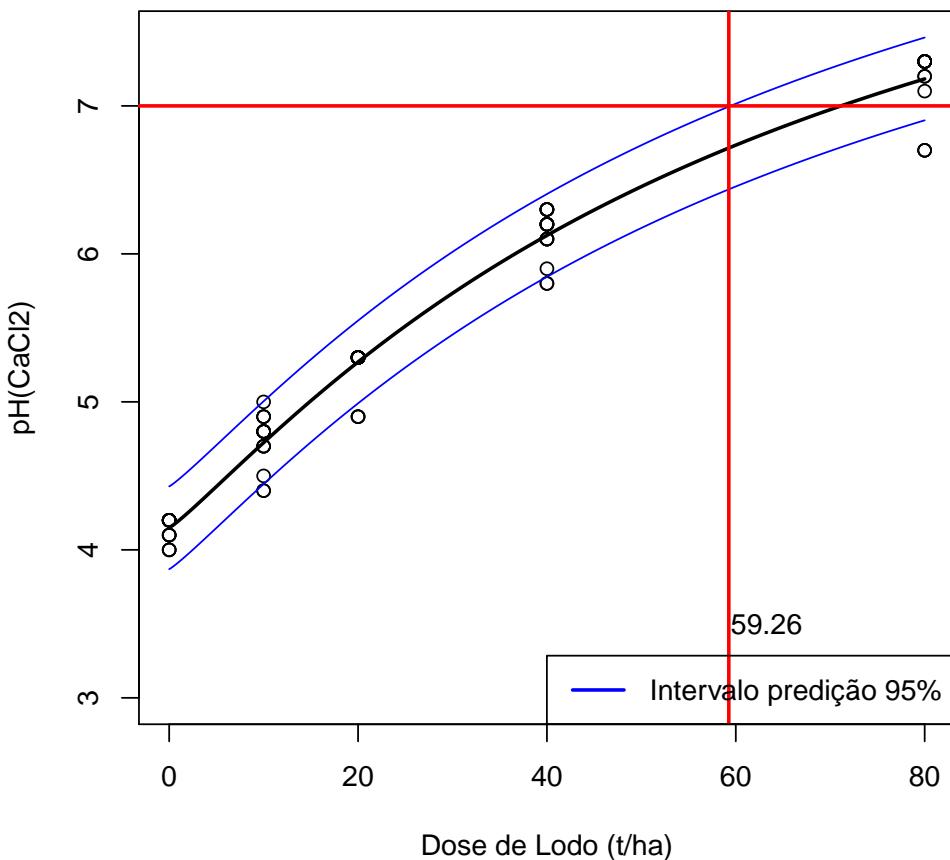
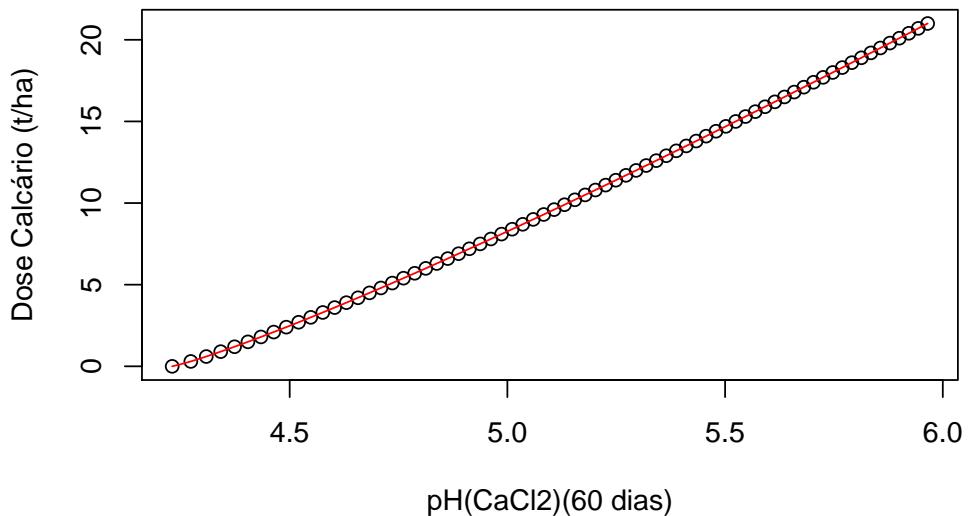


Figura 177: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Guarapuava)

19.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

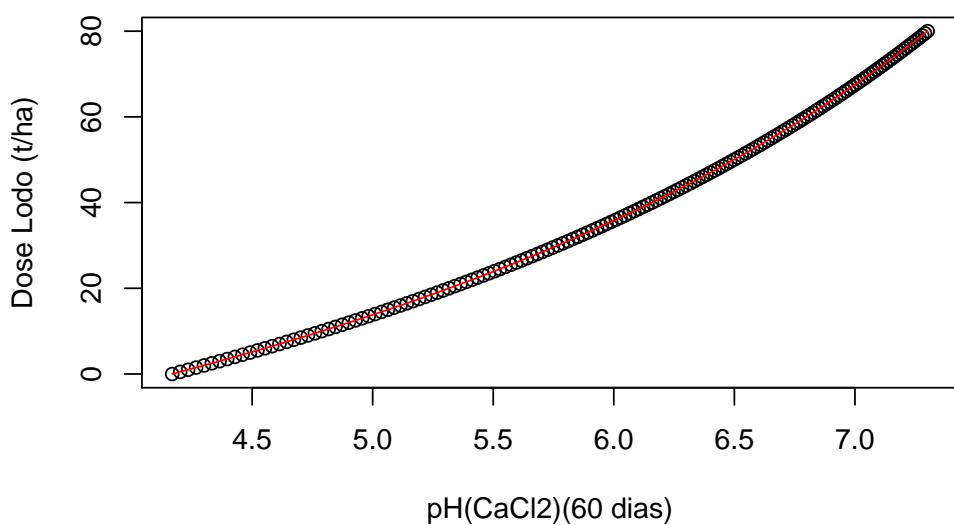


Figura 178: Função inversa das repostas (Guarapuava)

Corespondência entre função e sua inversa

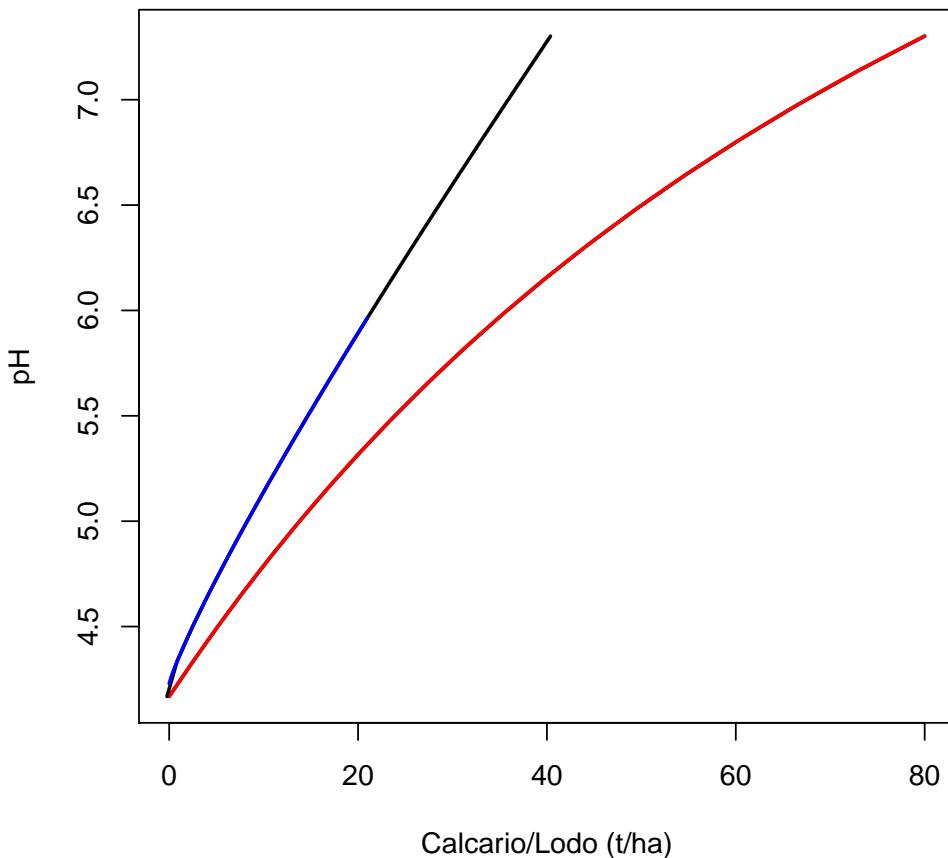
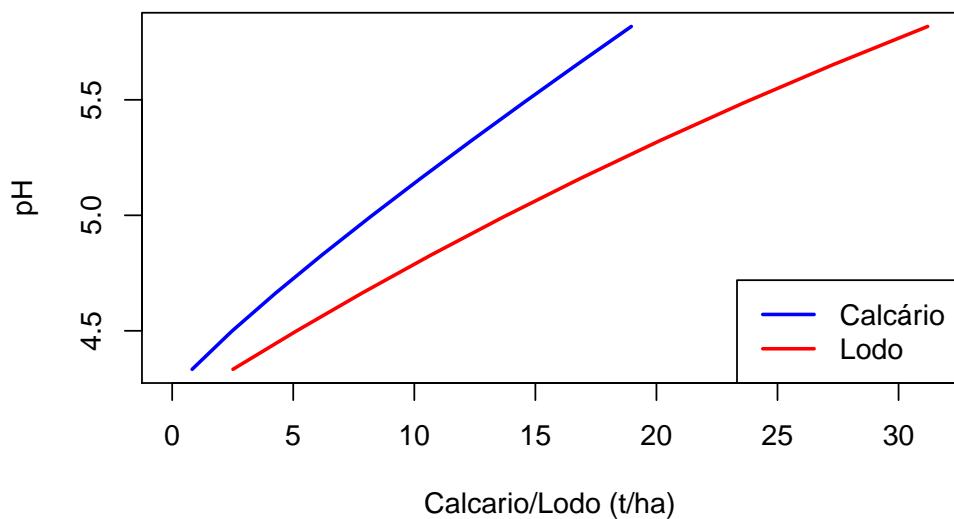


Figura 179: Correspondencia entre função e sua inversa (Guarapuava)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50	5.14	2.48	2.07
6	4.75	9.32	5.27	1.77
7	5.00	13.81	8.26	1.67
8	5.25	18.65	11.41	1.63
9	5.50	23.89	14.68	1.63
10	5.75	29.58	18.04	1.64
11	6.00			
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 54: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Guarapuava)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

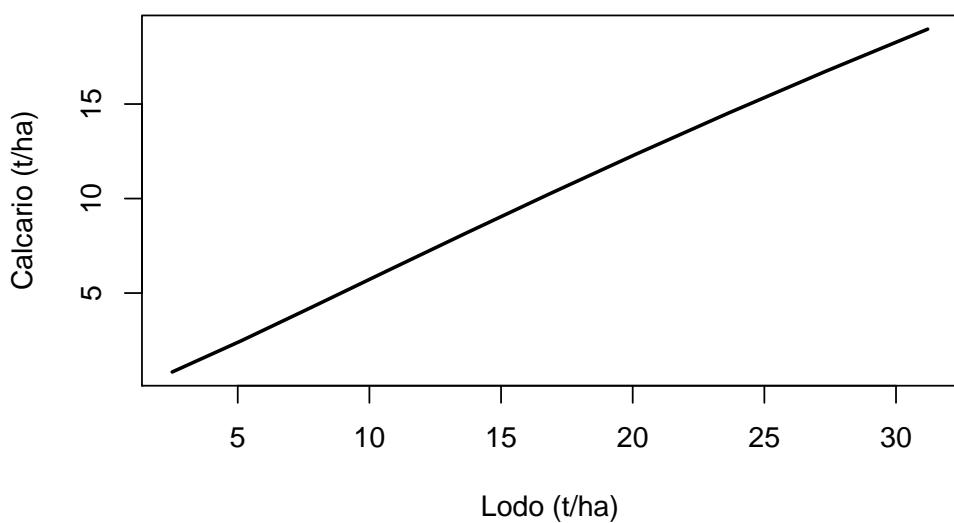


Figura 180: Correspondência no intervalo em comun (Guarapuava)

20 Toledo

20.1 Lodo

20.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.91	0.38	60.40	0.0000
DoseL	4	108.15	27.04	4268.92	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.88	0.09	14.83	0.0000
Residuals	60	0.38	0.01		

Tabela 55: Análise de variância para Toledo (Lodo x tempo)

20.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.54987 0.23488 19.37 7.53e-10 ***  
b 1.29445 0.08587 15.07 1.08e-08 ***  
c 30.55922 2.79136 10.95 2.97e-07 ***  
f 3.89990 0.03747 104.08 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.06514 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: both X-convergence and relative convergence (5)

$R^2 = 0.998$

20.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.786e+00 2.116e-01 17.889 < 2e-16 ***  
b 1.335e+00 1.095e-01 12.196 < 2e-16 ***  
c 2.660e+01 2.603e+00 10.219 < 2e-16 ***  
q 5.214e-03 6.416e-04 8.127 3.15e-12 ***  
f 2.772e+00 4.651e-02 59.587 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1767 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.976$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

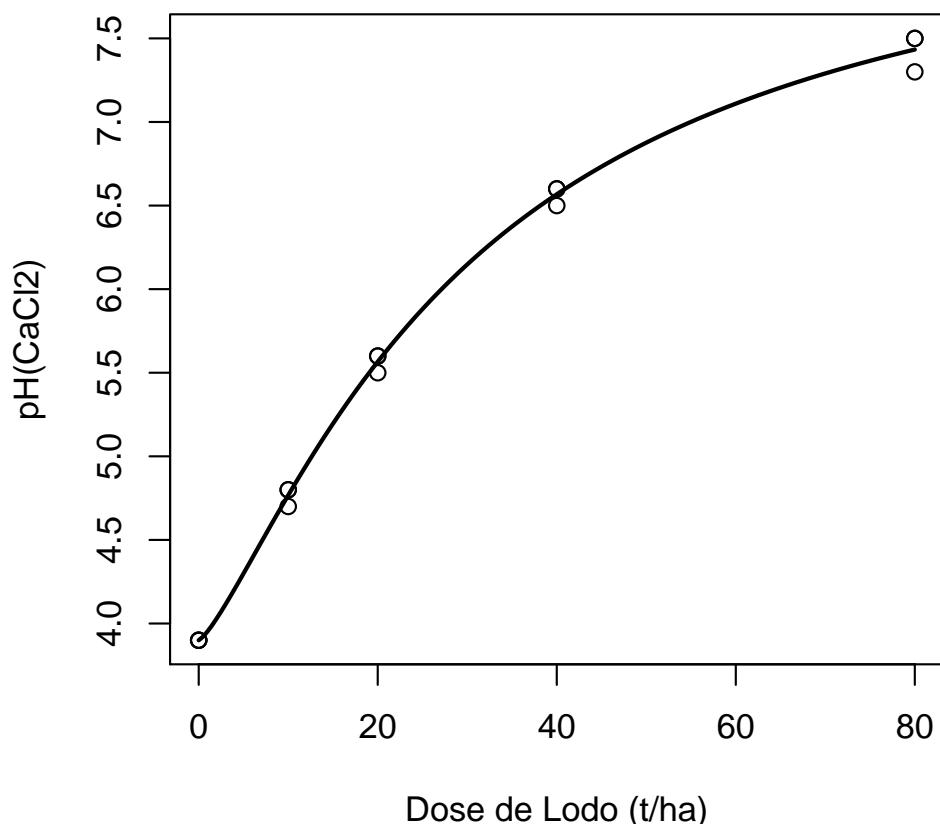


Figura 181: Resposta em função do Lodo (Toledo)

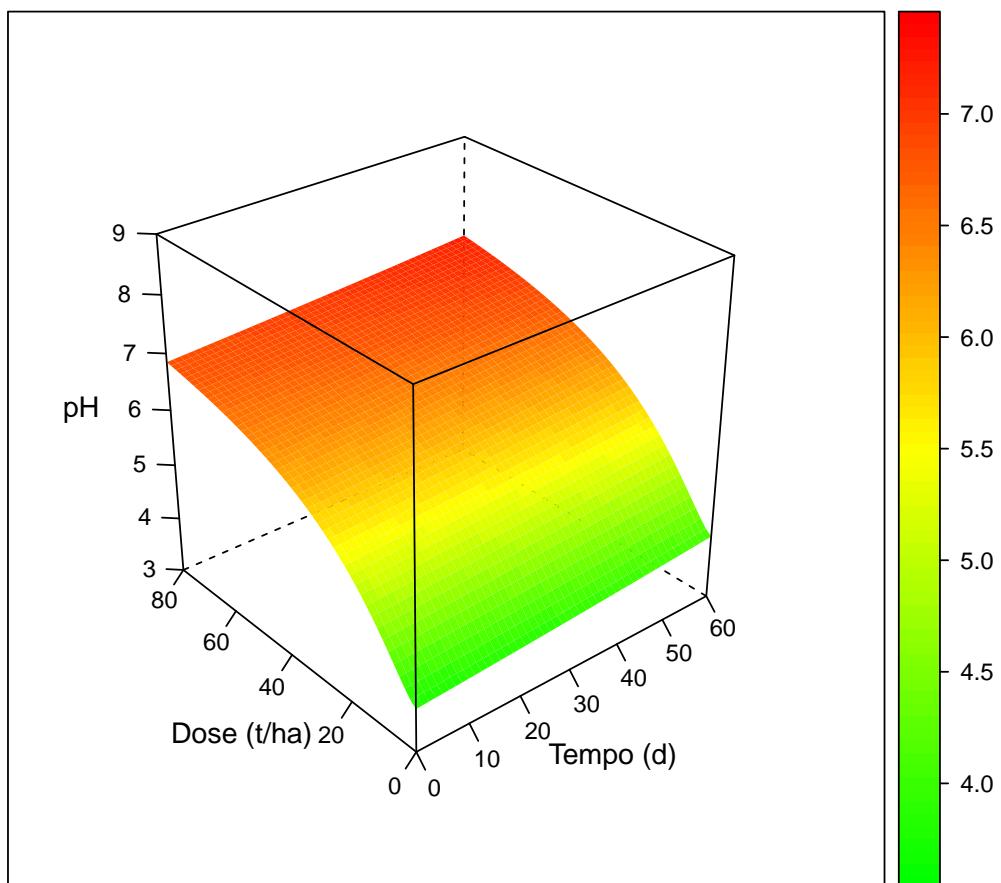


Figura 182: Superfície de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Toledo)

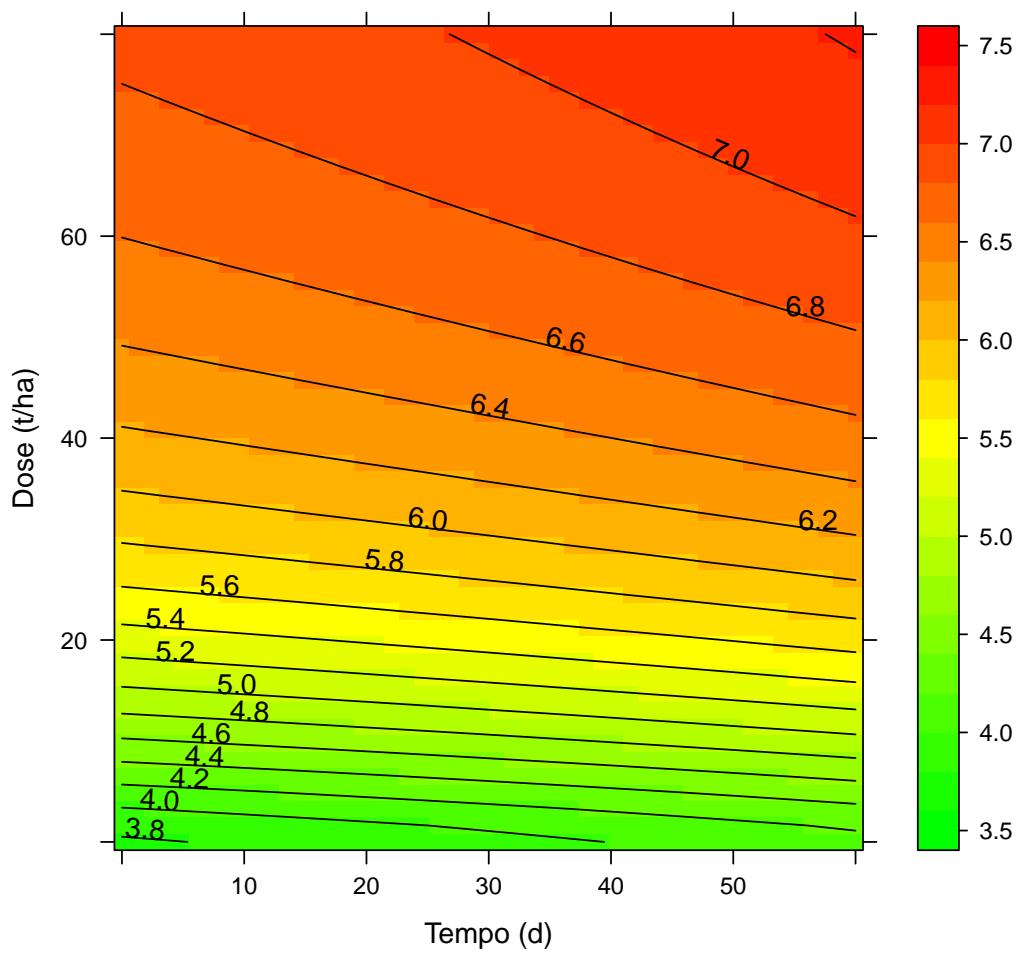


Figura 183: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Toledo)

20.2 Calcario

20.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.50	0.30	104.00	0.0000
DoseC	4	56.38	14.10	4879.17	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.61	0.13	45.13	0.0000
Residuals	60	0.17	0.00		

Tabela 56: Análise de variância para Toledo (Calcário x tempo)

20.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.49995 0.40512 8.639 3.12e-06 ***  
b 1.72406 0.22011 7.833 7.98e-06 ***  
c 8.72682 1.23195 7.084 2.04e-05 ***  
f 3.96444 0.02913 136.109 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.05755 on 11 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: NA

$$R^2 = 0.997$$

20.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.2129393 0.7400106 4.342 3.88e-05 ***  
b 1.3684476 0.2737998 4.998 3.07e-06 ***  
c 9.8225792 3.3264948 2.953 0.00407 **  
f 2.8759766 0.0500876 57.419 < 2e-16 ***  
q 0.0043790 0.0007449 5.878 7.90e-08 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1951 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.947$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

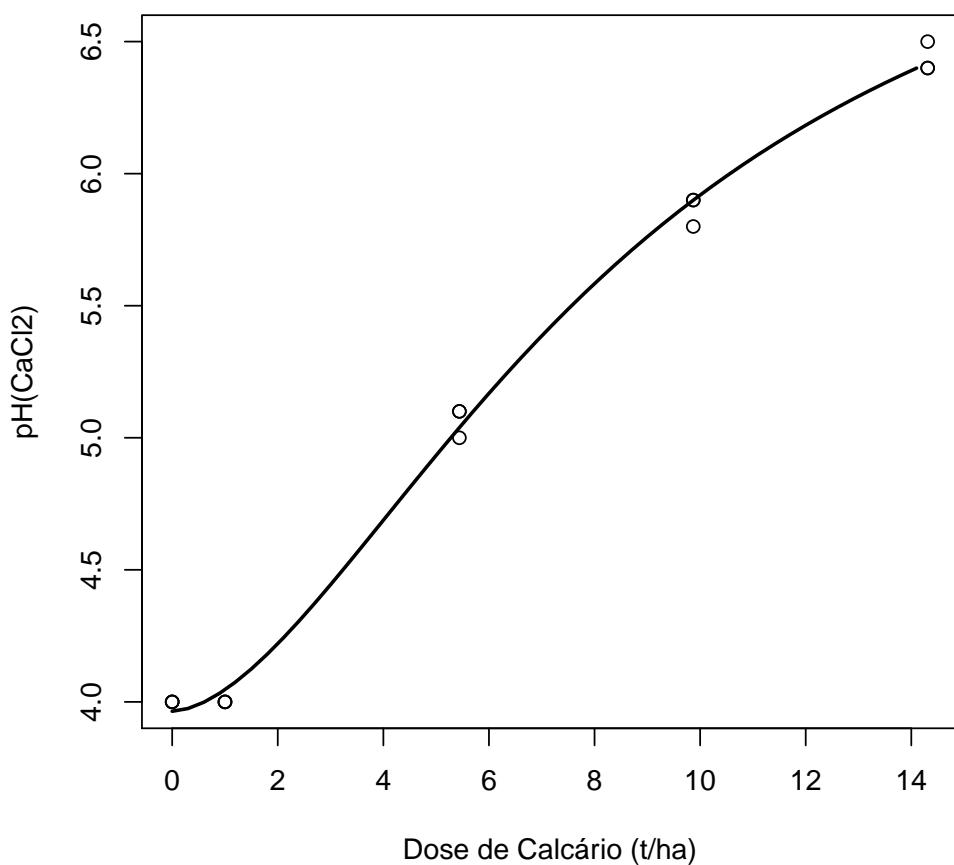


Figura 184: Resposta em função do Calcario (Toledo)

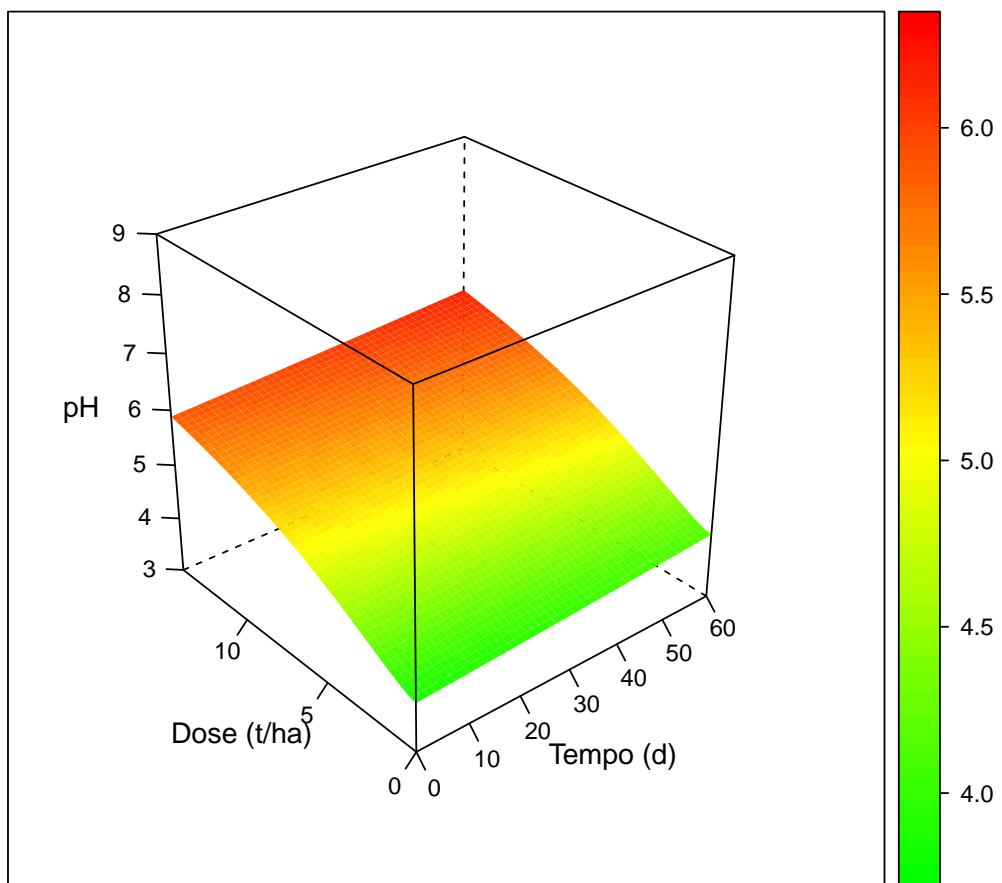


Figura 185: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Toledo)

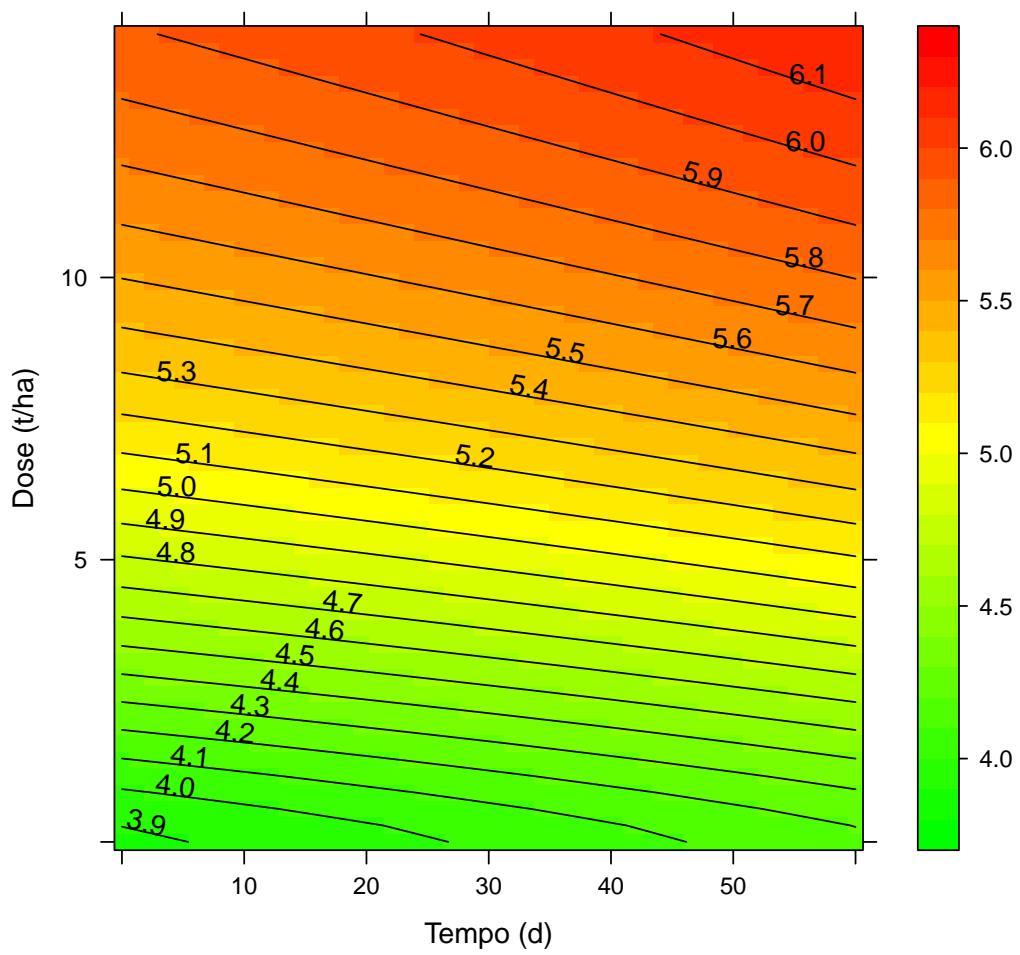


Figura 186: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Toledo)

20.3 Taxa Maxima e correspondencia

20.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.78607 0.26511 14.281 < 2e-16 ***  
b 1.33499 0.13712 9.736 1.56e-15 ***  
c 26.59611 3.26037 8.157 2.54e-12 ***  
f 3.92398 0.05199 75.472 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.2213 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.963$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

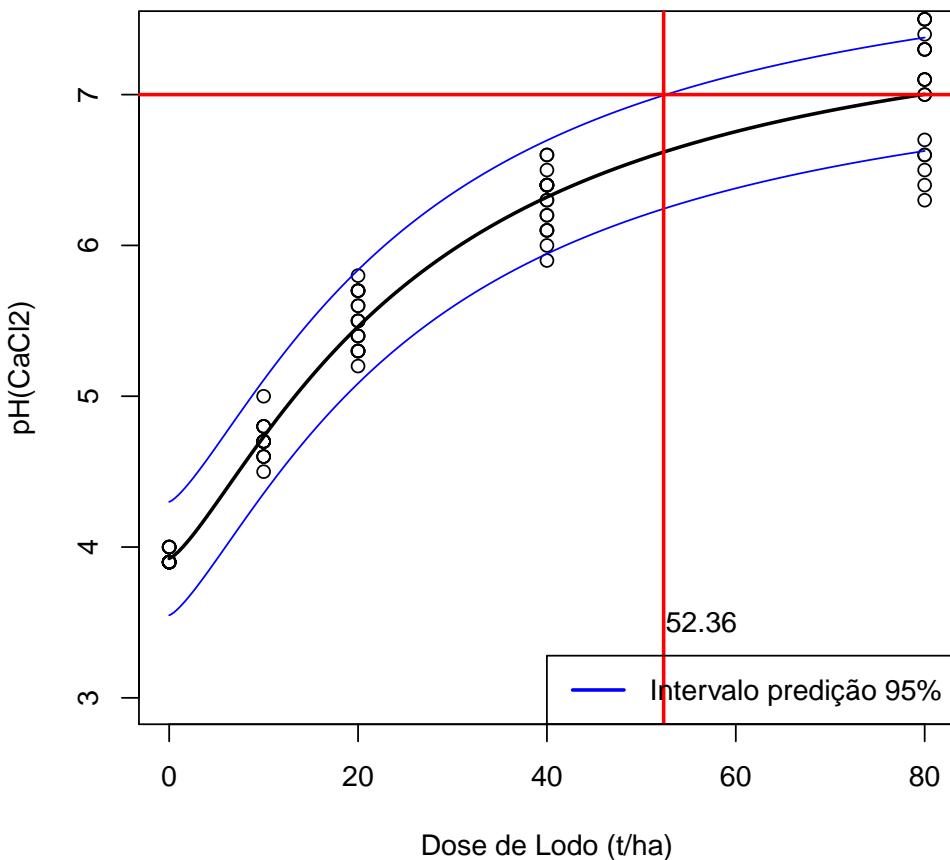
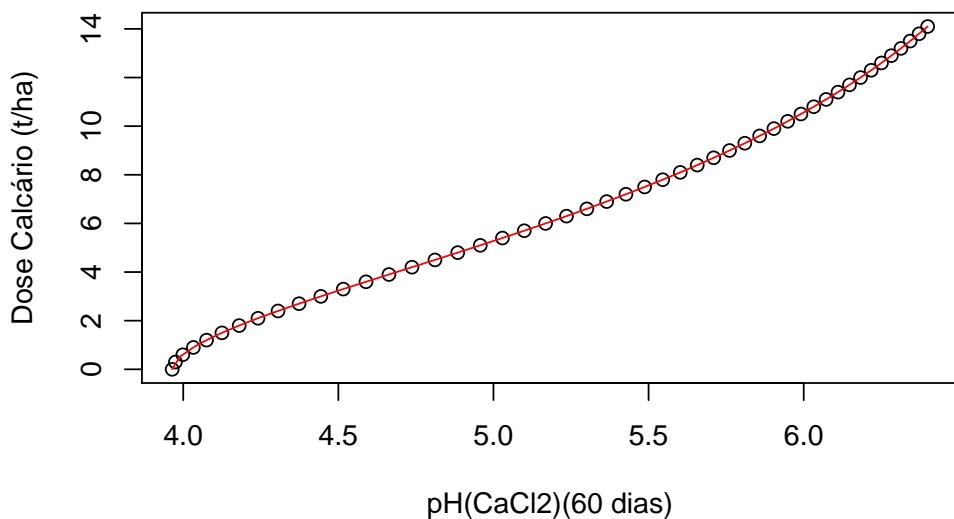


Figura 187: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Toledo)

20.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

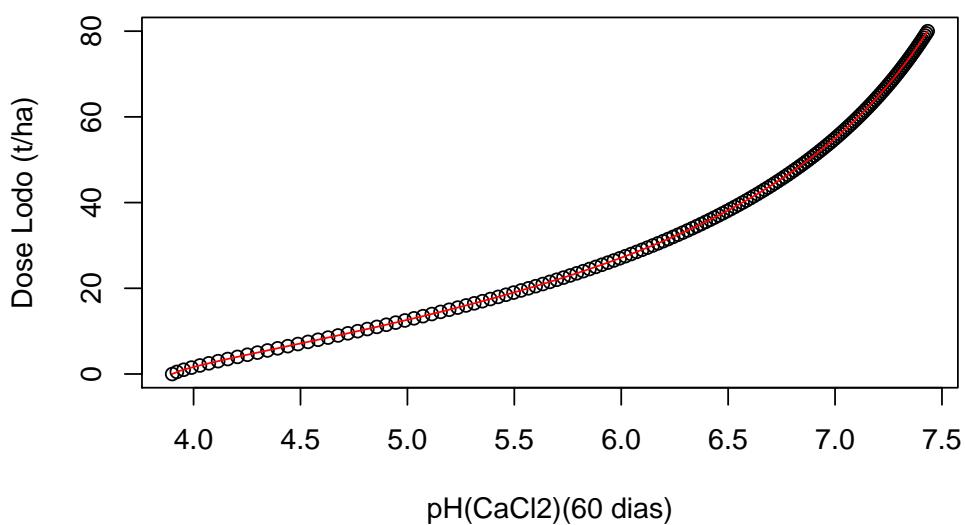


Figura 188: Função inversa das repostas (Toledo)

Corespondência entre função e sua inversa

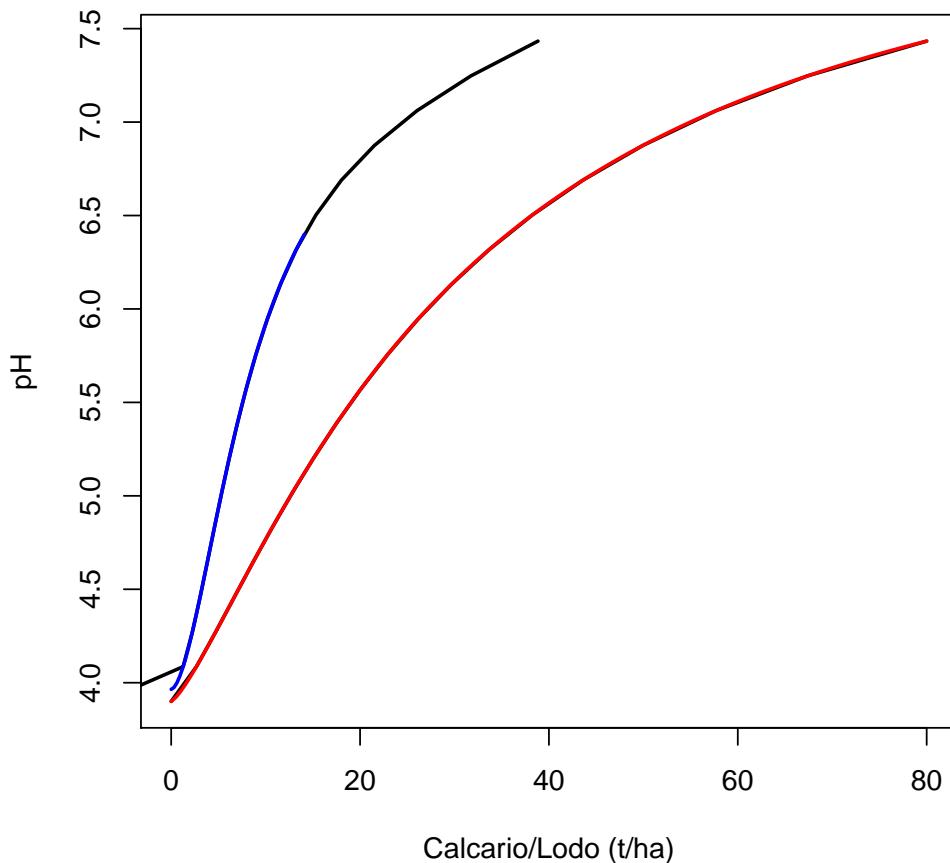
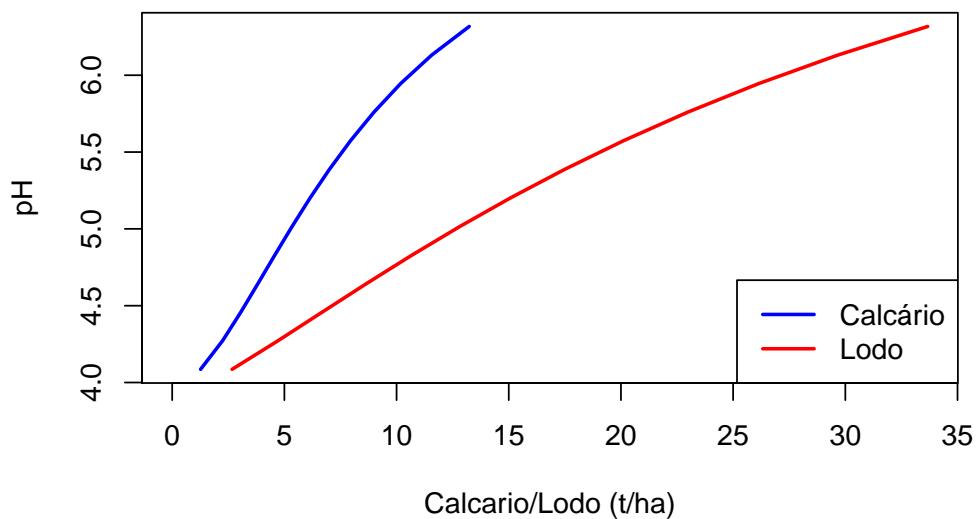


Figura 189: Correspondencia entre função e sua inversa (Toledo)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25	4.48	2.14	2.09
5	4.50	7.13	3.23	2.20
6	4.75	9.81	4.25	2.31
7	5.00	12.64	5.28	2.39
8	5.25	15.69	6.37	2.46
9	5.50	19.05	7.57	2.52
10	5.75	22.82	8.94	2.55
11	6.00	27.13	10.56	2.57
12	6.25	32.16	12.60	2.55
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 57: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Toledo)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

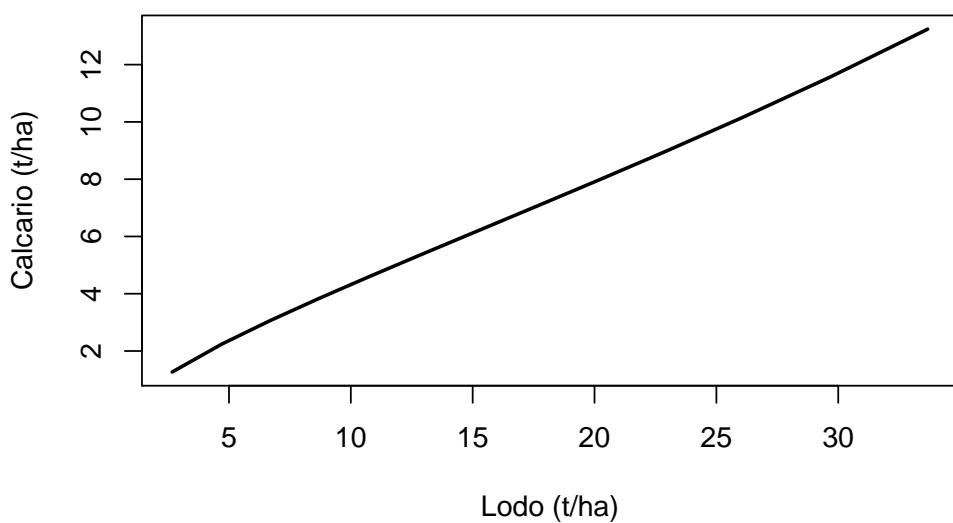


Figura 190: Correspondência no intervalo em comun (Toledo)

21 Cascavel

21.1 Lodo

21.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.30	0.06	25.94	0.0000
DoseL	4	50.64	12.66	5425.36	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.02	0.05	21.87	0.0000
Residuals	60	0.14	0.00		

Tabela 58: Análise de variância para Cascavel (Lodo x tempo)

21.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.54924 0.46355 9.814 8.92e-07 ***  
b 1.16706 0.08030 14.533 1.59e-08 ***  
c 60.92186 10.78104 5.651 0.000149 ***  
f 4.00125 0.02476 161.626 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.04311 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.998$$

21.1.3 Superficie de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.517e+00 4.842e-01 7.263 1.68e-10 ***  
b 1.163e+00 1.176e-01 9.891 8.51e-16 ***  
c 5.546e+01 1.355e+01 4.093 9.64e-05 ***  
q 1.398e-03 5.806e-04 2.408 0.0182 *  
f 3.102e+00 3.390e-02 91.506 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1273 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.974$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia)

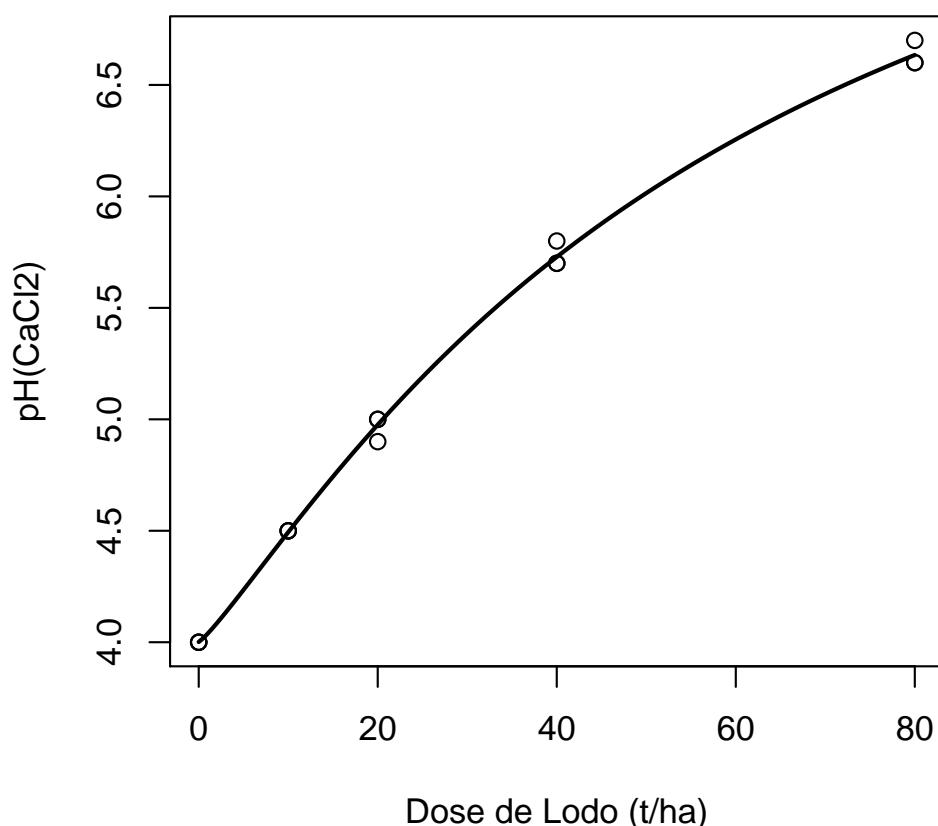


Figura 191: Resposta em função do Lodo (Cascavel)

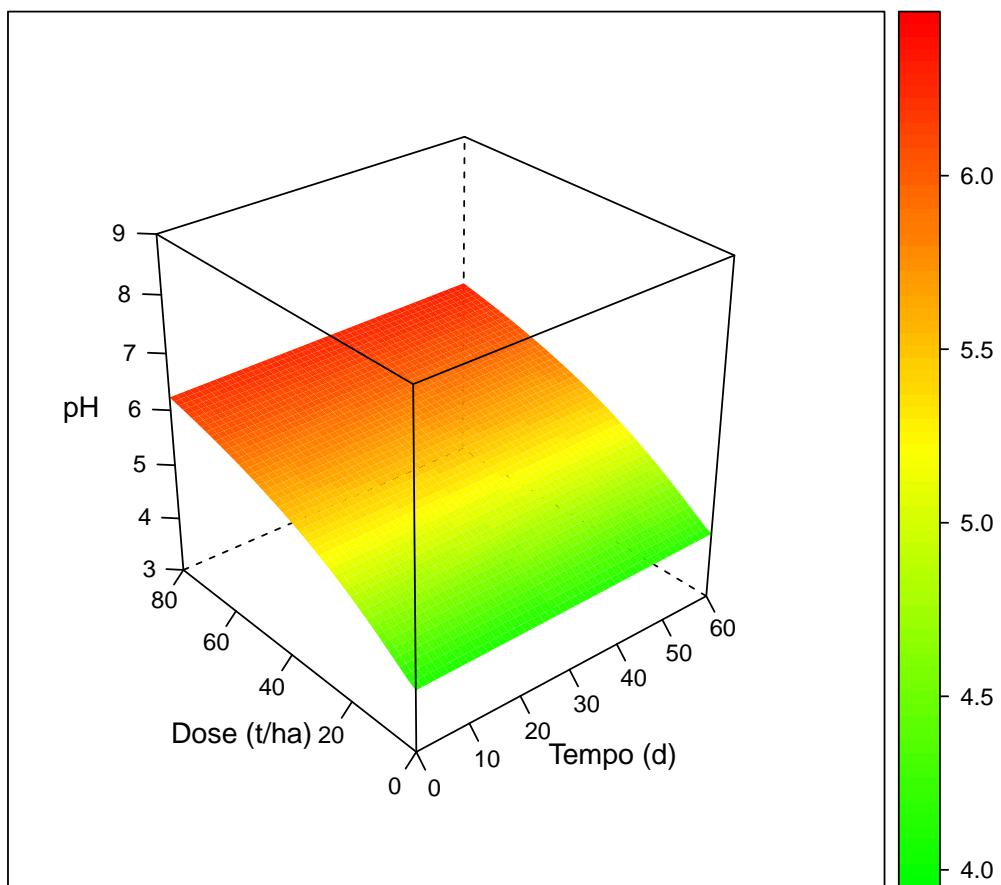


Figura 192: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cascavel)

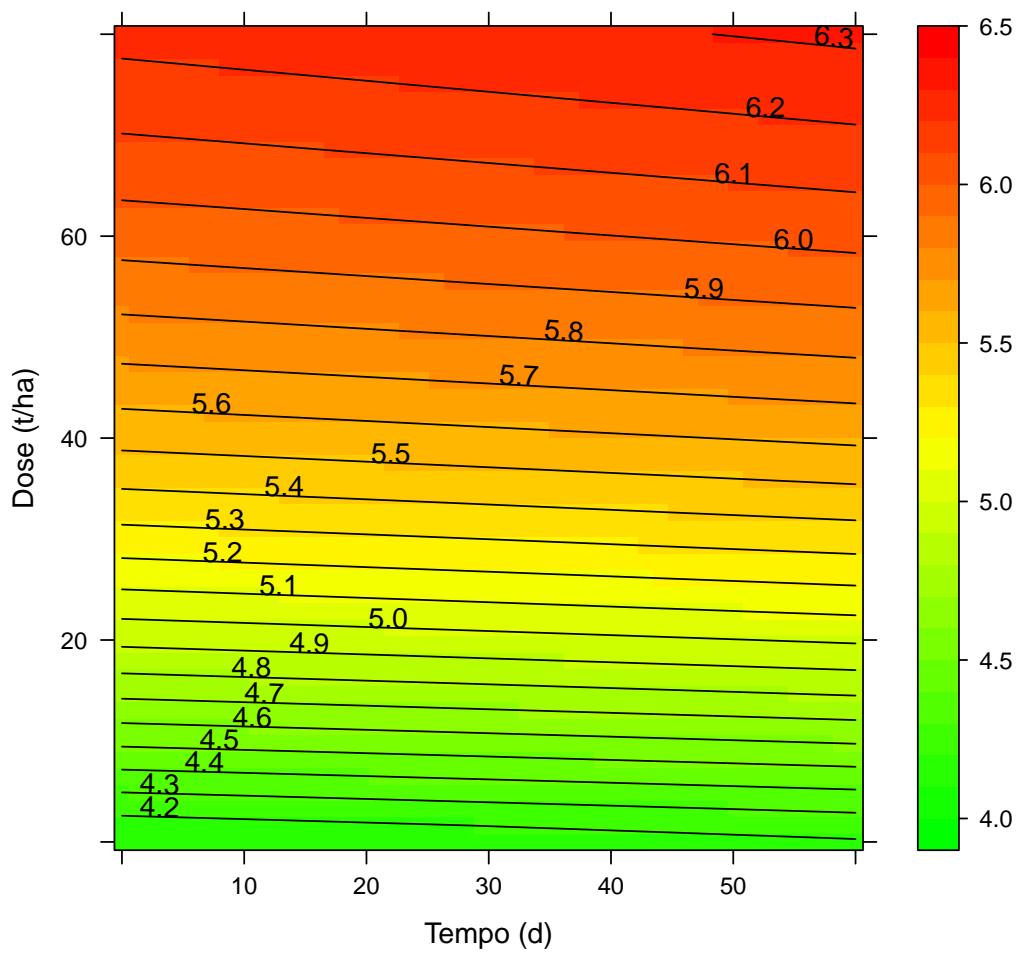


Figura 193: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Lodo (Cascavel)

21.2 Calcario

21.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.91	0.18	48.31	0.0000
DoseC	4	34.82	8.70	2304.01	0.0000
Tempo:DoseC	20	1.50	0.08	19.89	0.0000
Residuals	60	0.23	0.00		

Tabela 59: Análise de variância para Cascavel (Calcário x tempo)

21.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 2.96634   0.49939  5.940 9.73e-05 ***
b 1.81523   0.28087  6.463 4.66e-05 ***
c 13.74842  2.70871  5.076 0.000357 ***
f  4.18658   0.02558 163.665 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.05621 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.996$$

21.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a 3.947e+00  2.246e+00  1.758  0.08240 .
b 1.086e+00  2.613e-01  4.157  7.67e-05 ***
c 2.774e+01  2.583e+01  1.074  0.28584
f 3.135e+00  4.333e-02  72.355 < 2e-16 ***
q 2.425e-03  7.144e-04  3.395  0.00105 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 0.1665 on 85 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.937$$

Curva de resposta do pH em função de Calcario (60 dias)

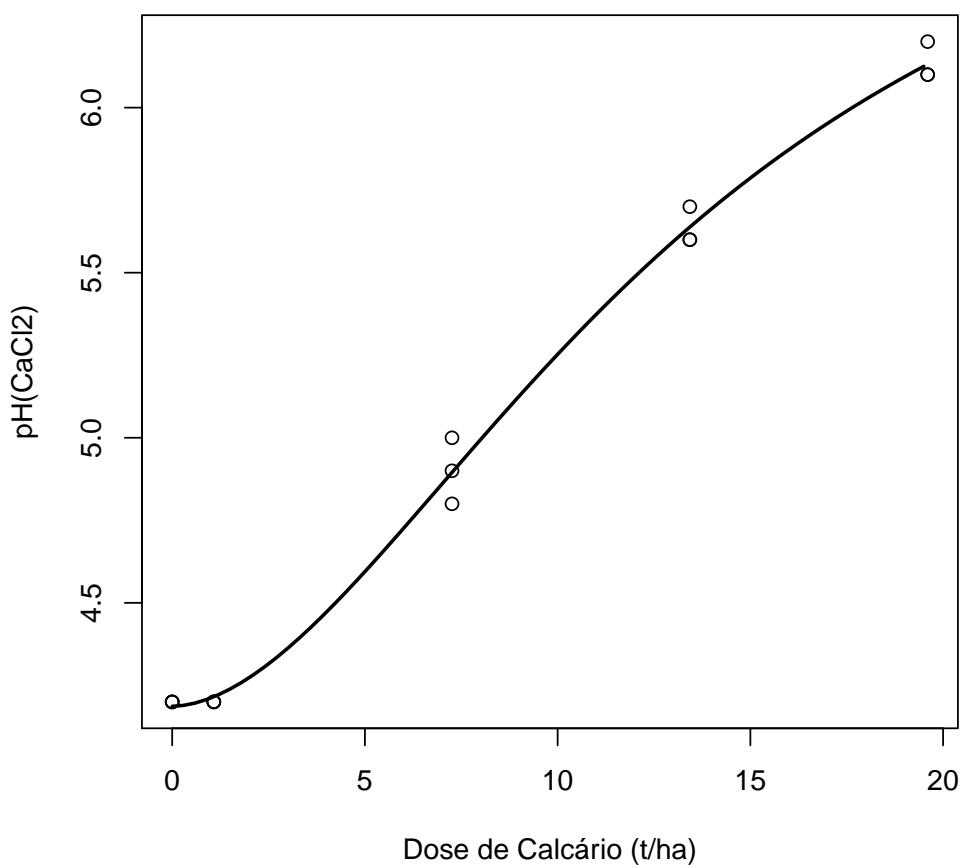


Figura 194: Resposta em função do Calcario (Cascavel)

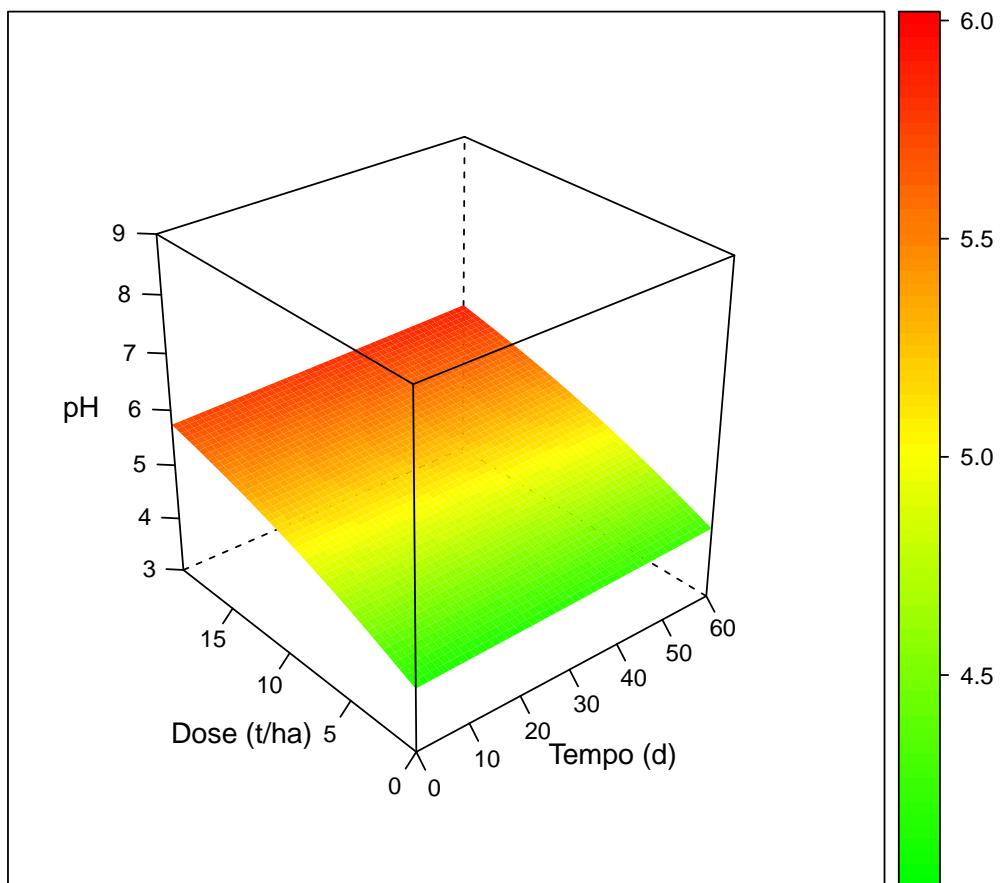


Figura 195: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcário (Cascavel)

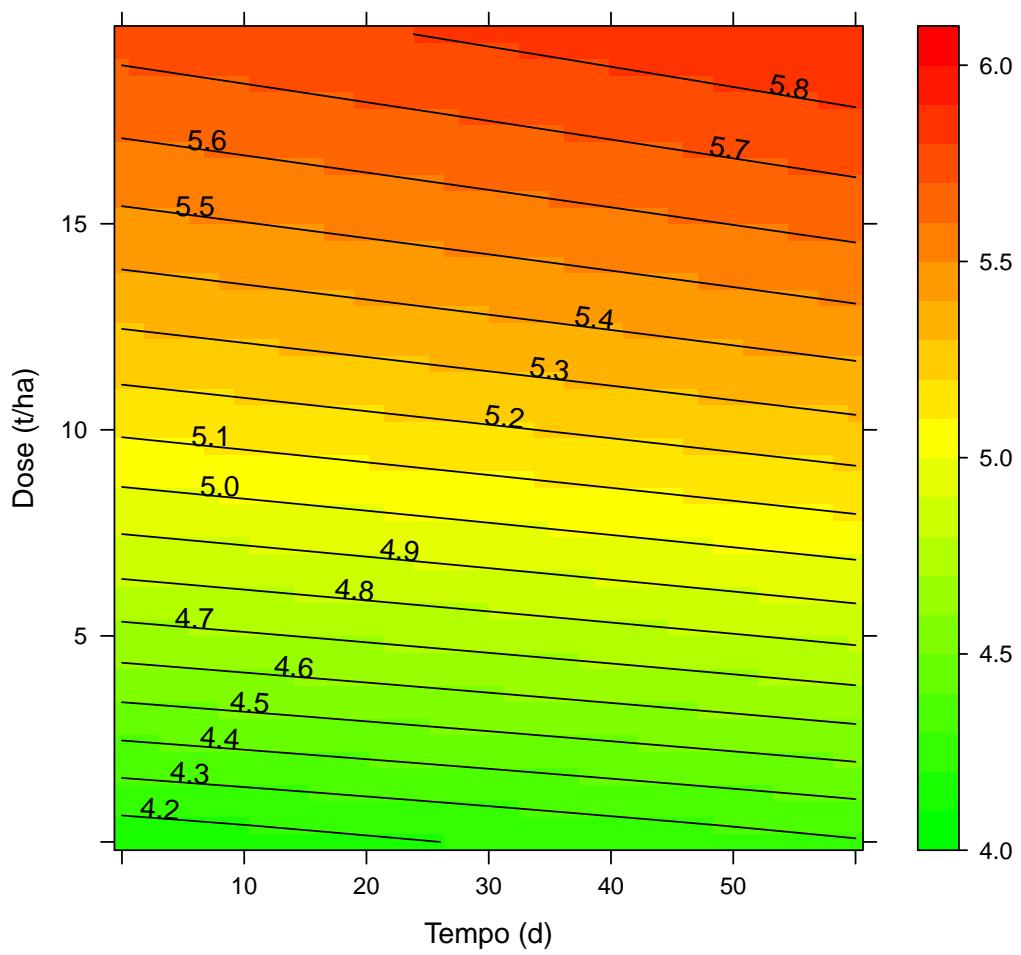


Figura 196: Superficie de resposta do pH em função do Tempo e Calcario (Cascavel)

21.3 Taxa Maxíma e correspondencia

21.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.51723 0.49644 7.085 3.60e-10 ***  
b 1.16320 0.12056 9.648 2.36e-15 ***  
c 55.45743 13.88933 3.993 0.000137 ***  
f 4.13981 0.03062 135.208 < 2e-16 ***  
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1305 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: both X-convergence and relative convergence (5)

$R^2 = 0.972$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

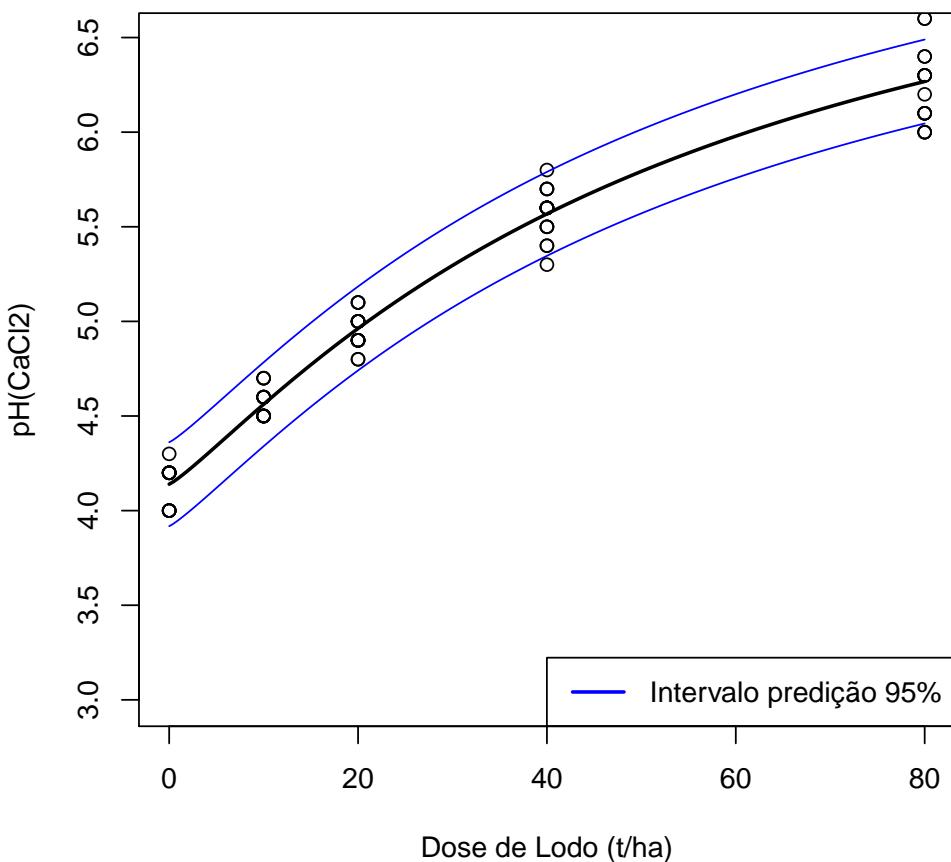
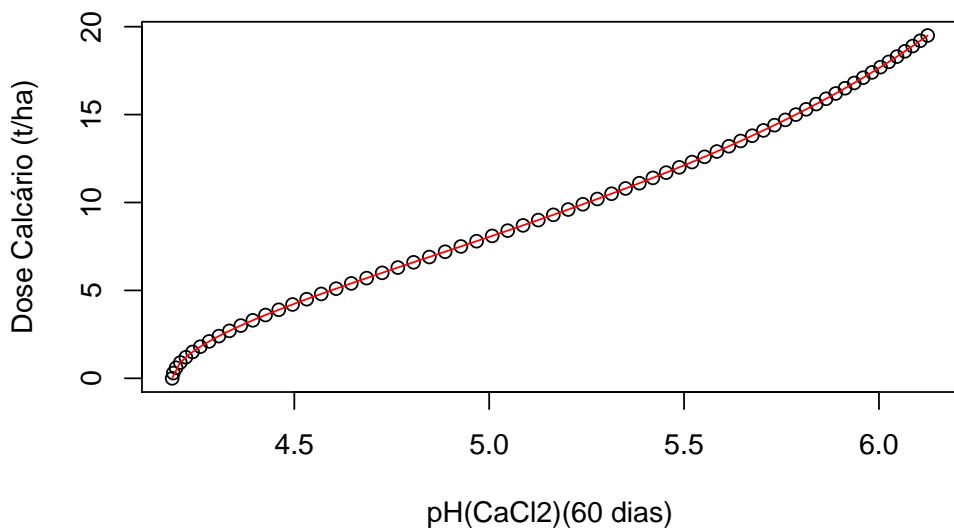


Figura 197: Resposta em função do Lodo e taxa máxima (Cascavel)

21.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

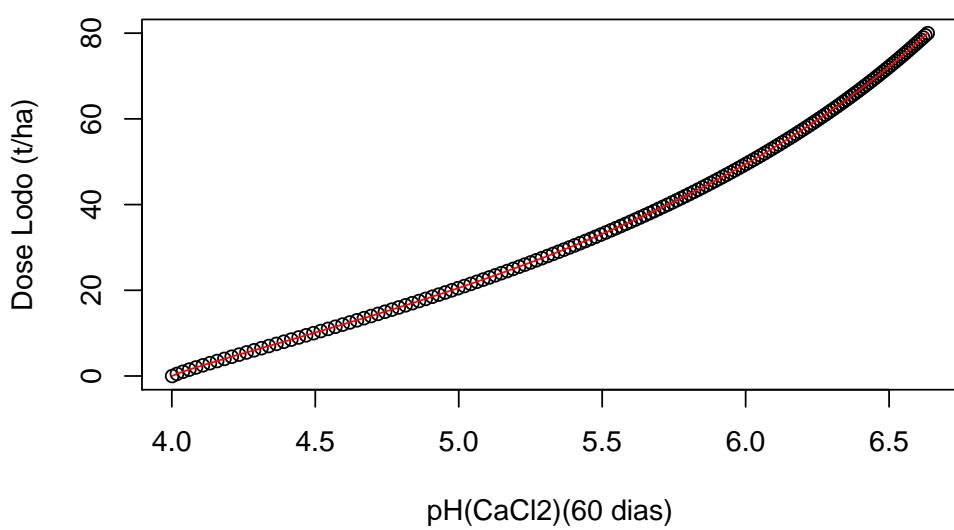


Figura 198: Função inversa das repostas (Cascavel)

Corespondência entre função e sua inversa

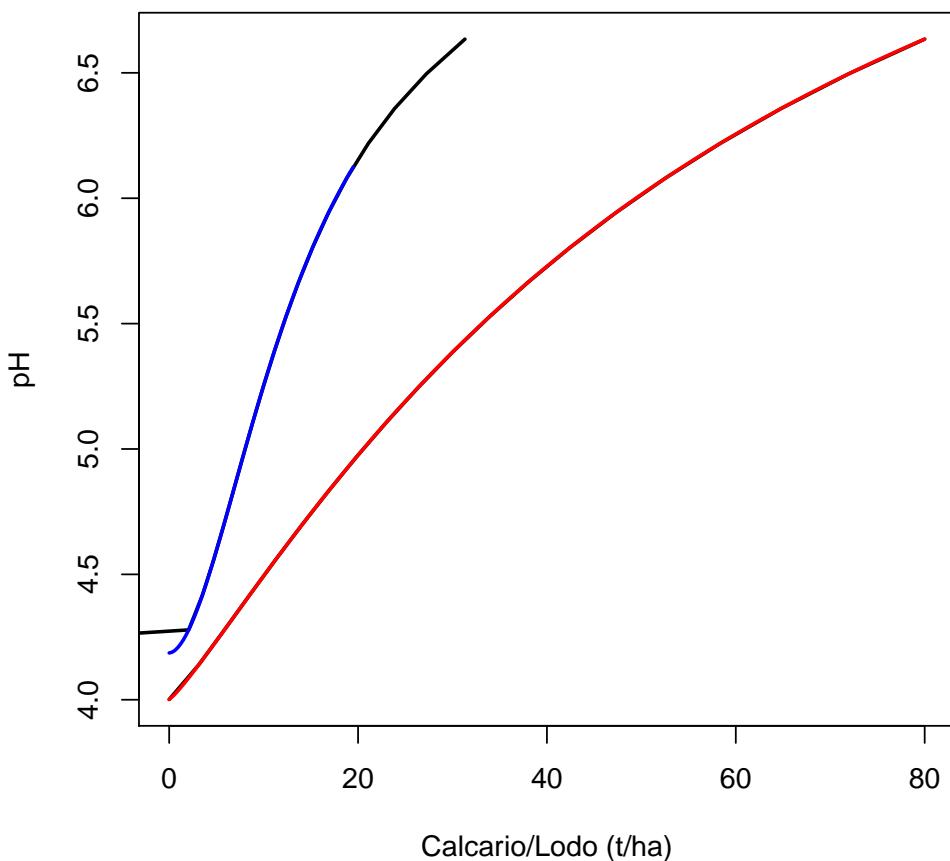
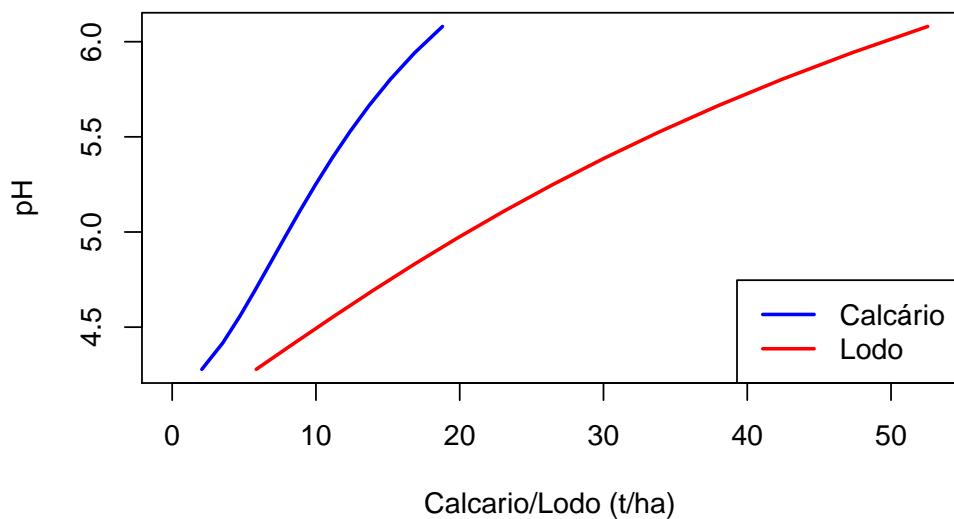


Figura 199: Correspondencia entre função e sua inversa (Cascavel)

	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50	10.12	4.24	2.39
6	4.75	15.14	6.18	2.45
7	5.00	20.55	8.04	2.56
8	5.25	26.49	9.98	2.65
9	5.50	33.14	12.11	2.74
10	5.75	40.70	14.59	2.79
11	6.00	49.44	17.65	2.80
12	6.25			
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Tabela 60: Equivalencia entre Calcário e Lodo (Cascavel)

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

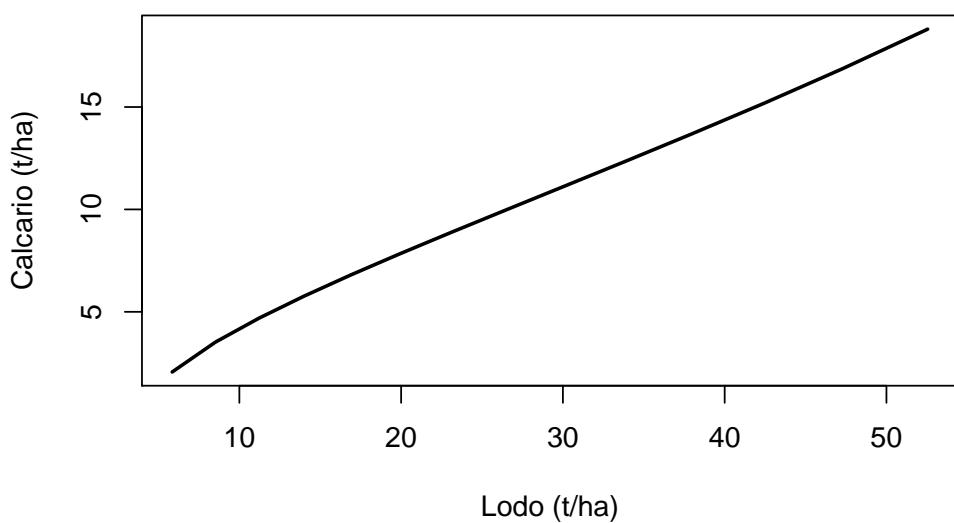


Figura 200: Correspondência no intervalo em comum (Cascavel)

22 Campo Mourão

22.1 Lodo

22.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.29	0.06	9.66	0.0000
DoseL	4	113.06	28.26	4710.63	0.0000
Tempo:DoseL	20	1.33	0.07	11.11	0.0000
Residuals	60	0.36	0.01		

22.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 5.26666 0.51419 10.243 5.82e-07 ***  
b 1.06938 0.10072 10.617 4.05e-07 ***  
c 39.08798 7.75849 5.038 0.000379 ***  
f 3.99661 0.04591 87.060 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.07965 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.997$$

22.1.3 Superfície de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

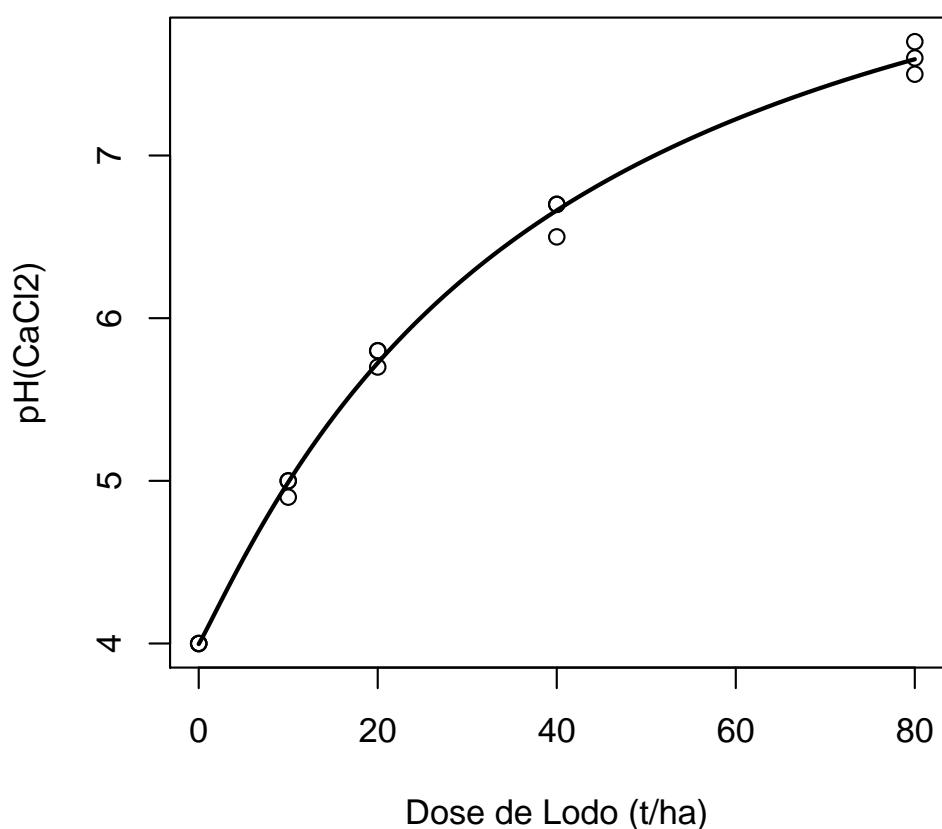
```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.508893 0.326235 13.821 < 2e-16 ***  
b 1.129696 0.085289 13.246 < 2e-16 ***  
c 36.357463 5.138039 7.076 3.93e-10 ***  
q 0.002009 0.000643 3.124 0.00244 **  
f 3.115285 0.038929 80.024 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

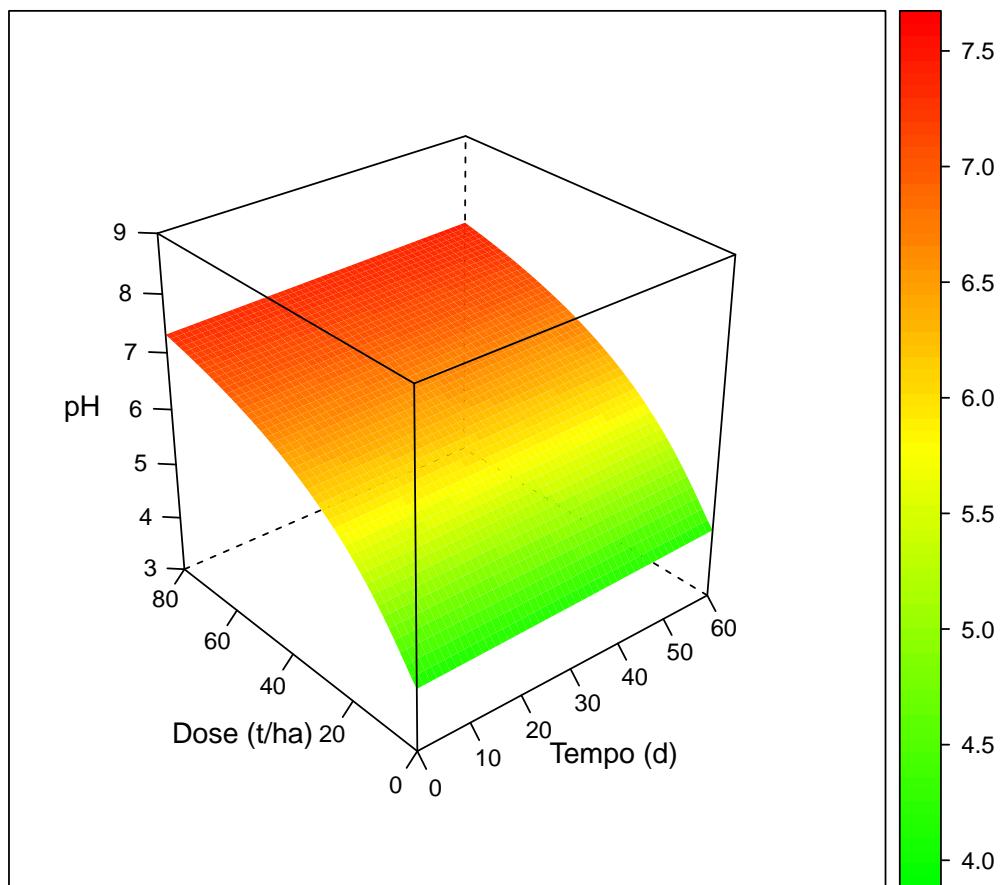
Residual standard error: 0.1462 on 85 degrees of freedom

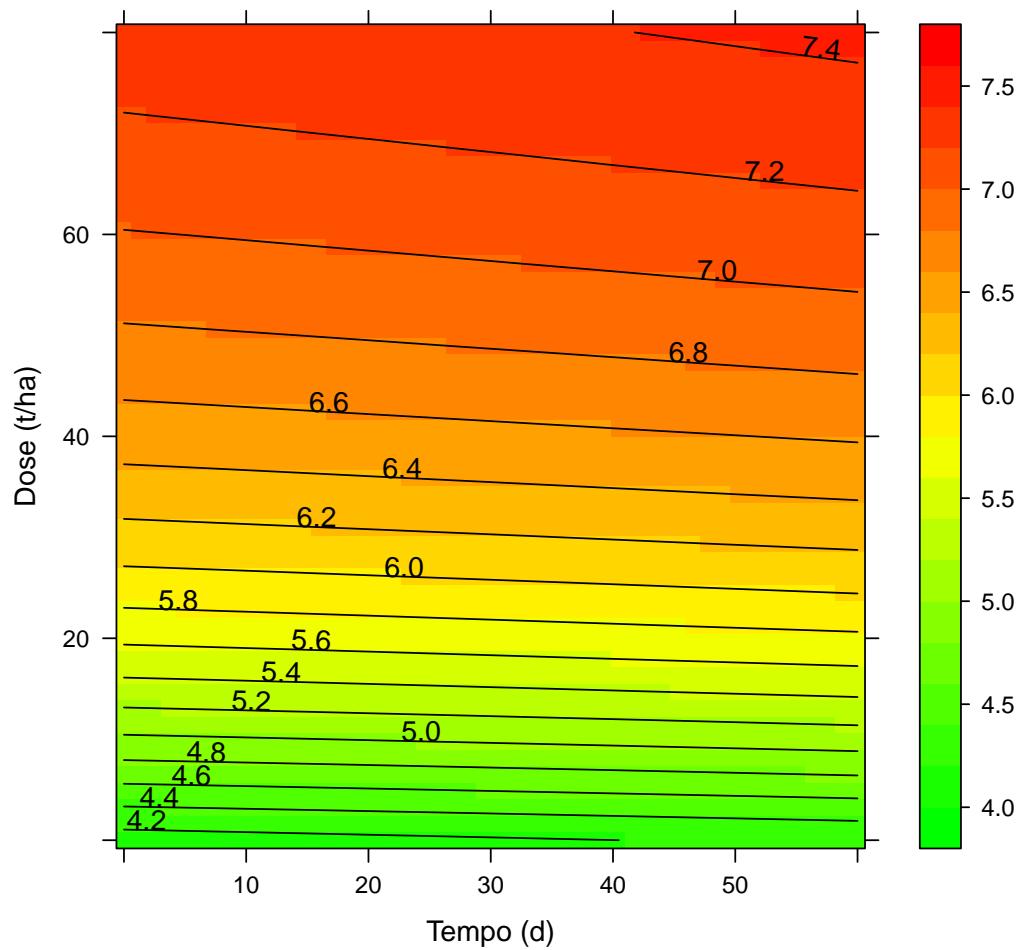
Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.984$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia







22.2 Calcario

22.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	1.75	0.35	92.45	0.0000
DoseC	4	44.08	11.02	2917.06	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.56	0.13	33.92	0.0000
Residuals	60	0.23	0.00		

22.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 8.64858 5.74938 1.504 0.161  
b 0.99534 0.15907 6.257 6.2e-05 ***  
c 33.67331 35.44304 0.950 0.362  
f 3.99937 0.04241 94.293 < 2e-16 ***  
---
```

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.07391 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: both X-convergence and relative convergence (5)

$R^2 = 0.995$

22.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 2.7924576 0.6911200 4.040 0.000117 ***  
b 1.4981334 0.3313265 4.522 1.97e-05 ***  
c 8.6541360 2.9052374 2.979 0.003771 **  
f 3.1286200 0.0563231 55.548 < 2e-16 ***  
q 0.0032805 0.0008819 3.720 0.000357 ***  
---
```

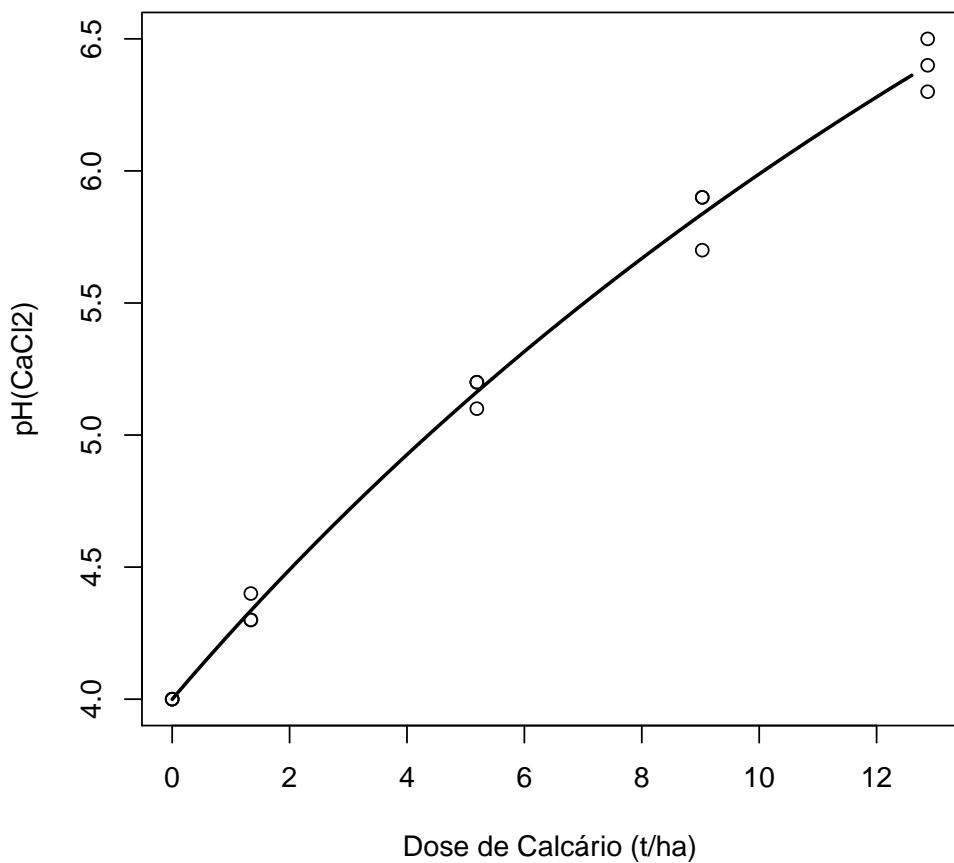
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

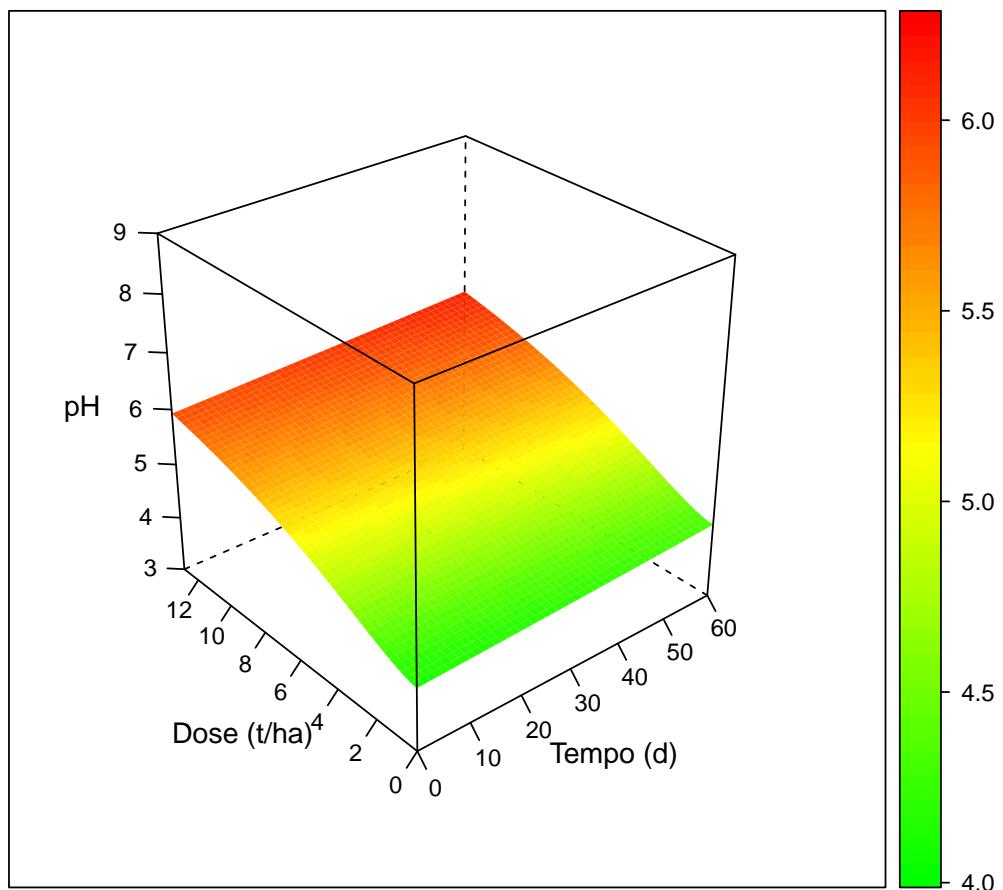
Residual standard error: 0.2163 on 85 degrees of freedom

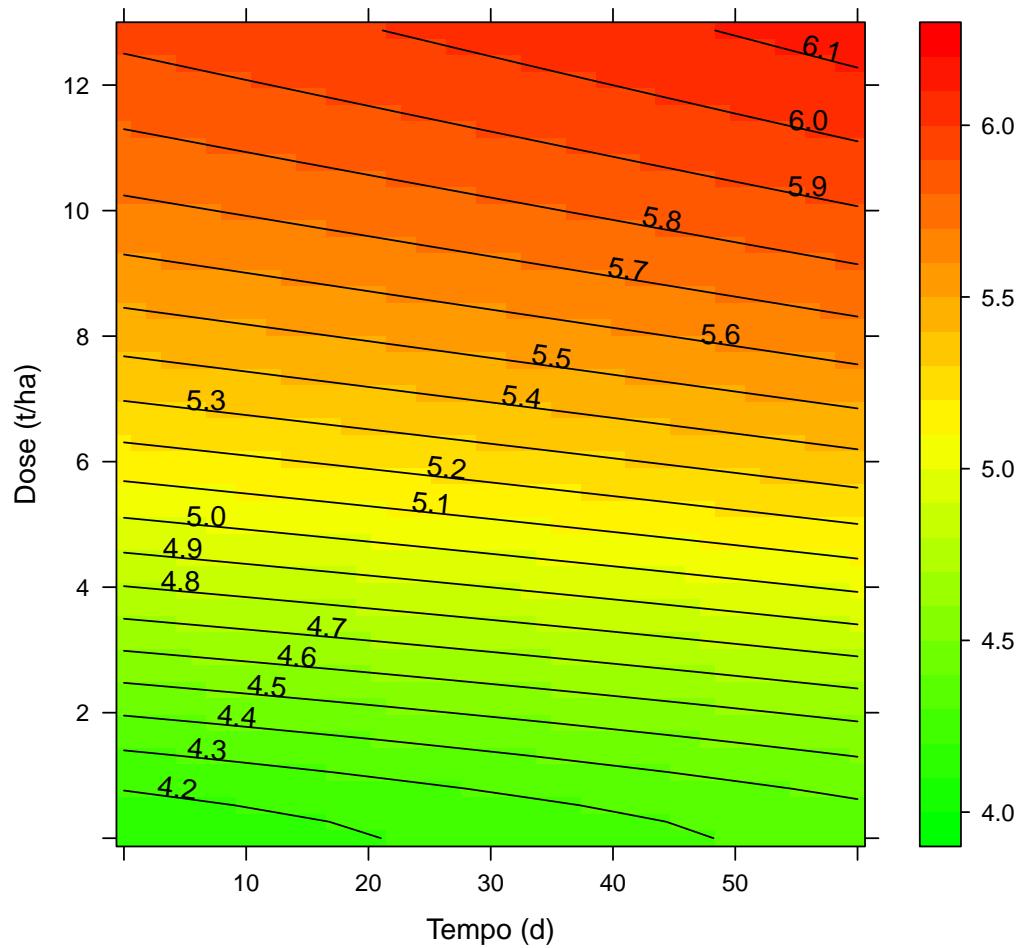
Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$R^2 = 0.918$

Curva de resposta do pH em função de Calcário (60 dias)







22.3 Taxa Maxíma e correspondencia

22.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.50889 0.34073 13.233 < 2e-16 ***  
b 1.12970 0.08908 12.682 < 2e-16 ***  
c 36.35746 5.36628 6.775 1.47e-09 ***  
f 4.16987 0.03591 116.109 < 2e-16 ***  
---
```

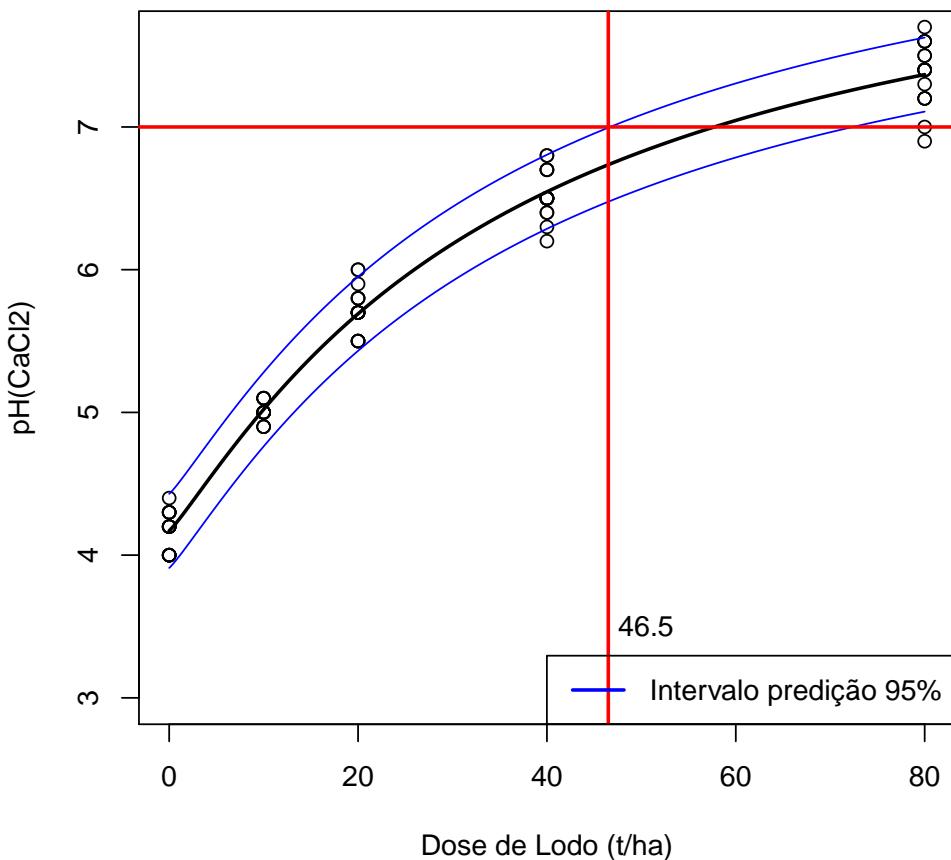
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1527 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

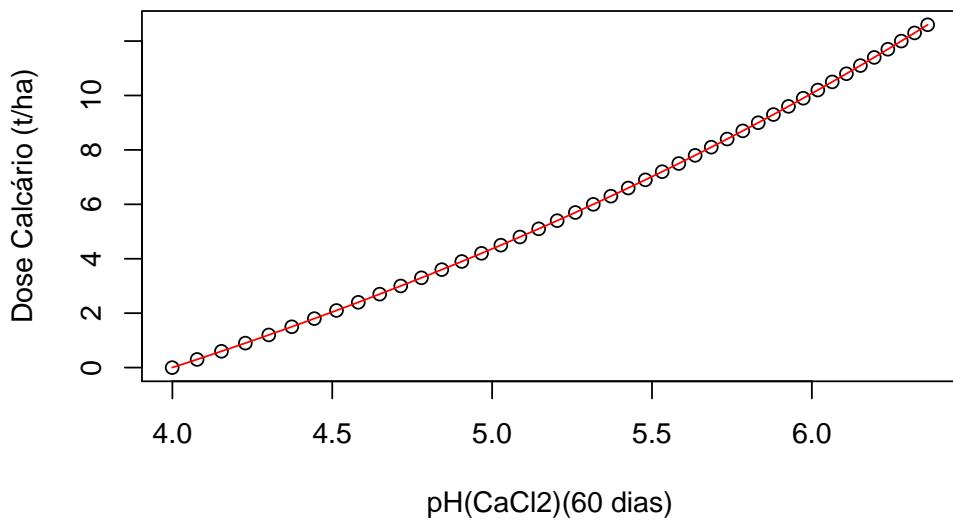
$$R^2 = 0.983$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

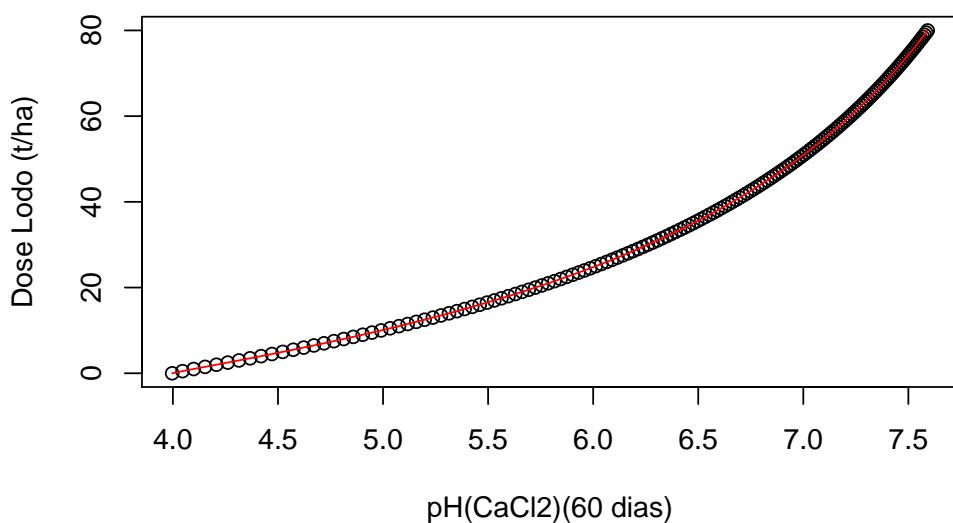


22.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

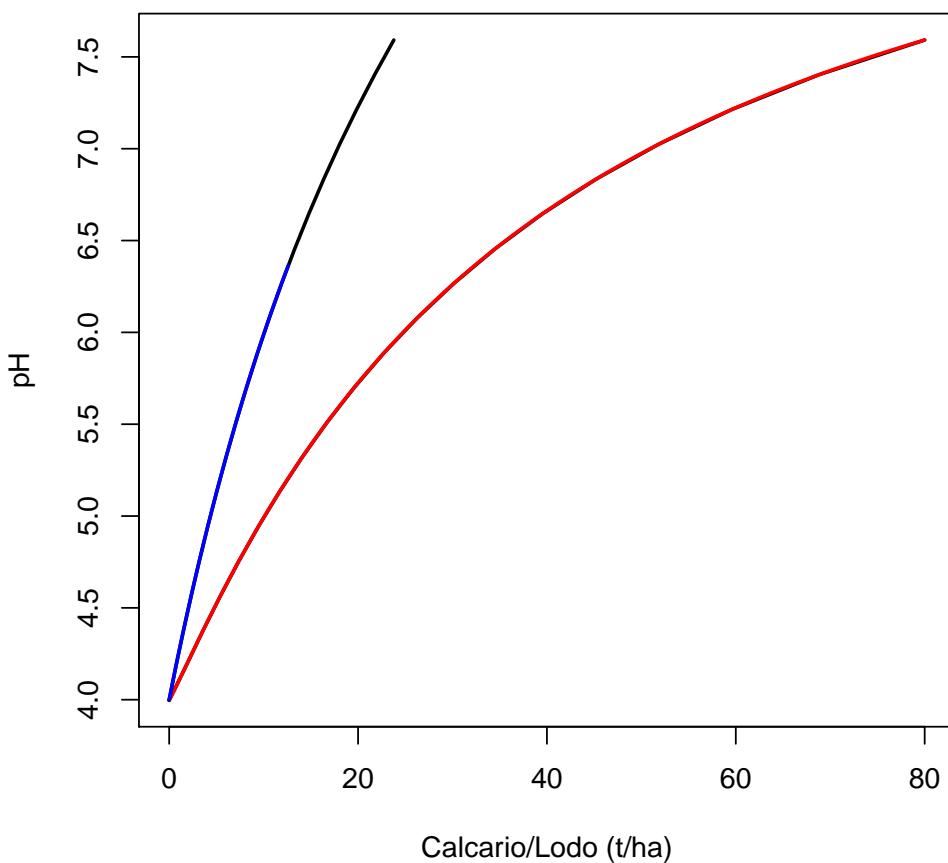
Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

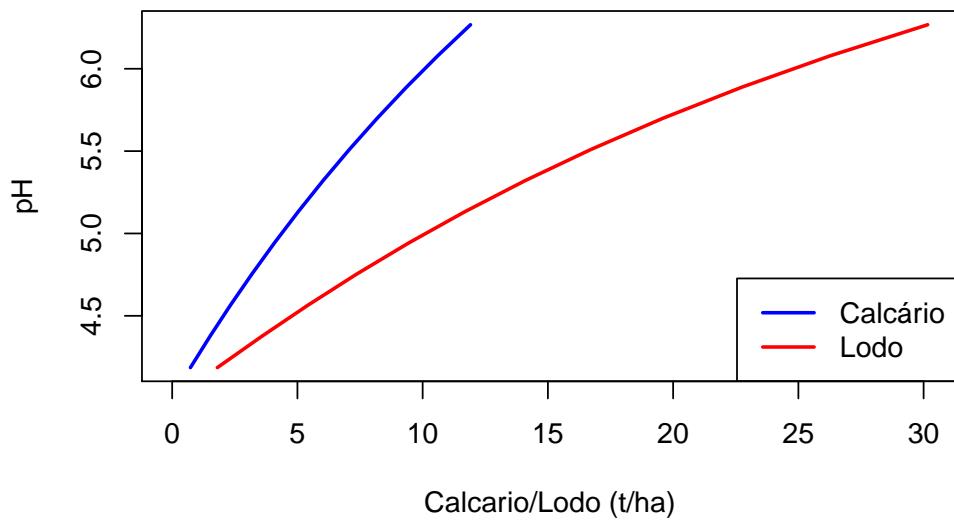


Corespondência entre função e sua inversa

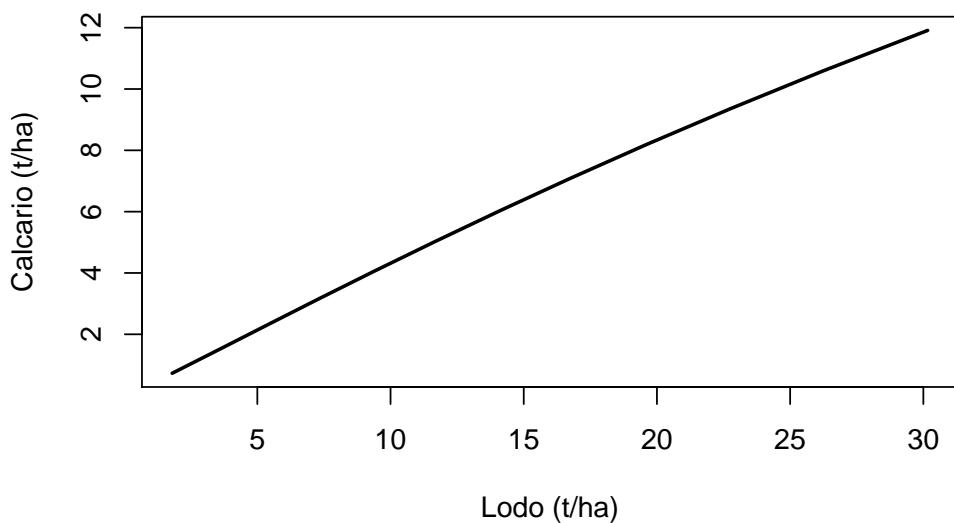


	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25	2.40	0.99	2.42
5	4.50	4.78	2.04	2.34
6	4.75	7.33	3.17	2.32
7	5.00	10.10	4.36	2.32
8	5.25	13.16	5.65	2.33
9	5.50	16.57	7.02	2.36
10	5.75	20.41	8.49	2.40
11	6.00	24.77	10.08	2.46
12	6.25	29.79	11.79	2.53
13	6.50			
14	6.75			
15	7.00			

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcareo



23 Foz do Iguaçu

23.1 Lodo

23.1.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.40	0.08	19.31	0.0000
DoseL	4	97.08	24.27	5903.76	0.0000
Tempo:DoseL	20	0.49	0.02	5.98	0.0000
Residuals	60	0.25	0.00		

23.1.2 Ajuste de modelos não linear do Lodo (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.4733 0.1573 22.08 1.85e-10 ***  
b 1.3517 0.1144 11.82 1.36e-07 ***  
c 20.0212 1.5993 12.52 7.52e-08 ***  
f 5.1032 0.0414 123.26 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.07182 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.997$$

23.1.3 Superfície de resposta do Lodo

Formula: $y \sim f + \exp(q * t) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

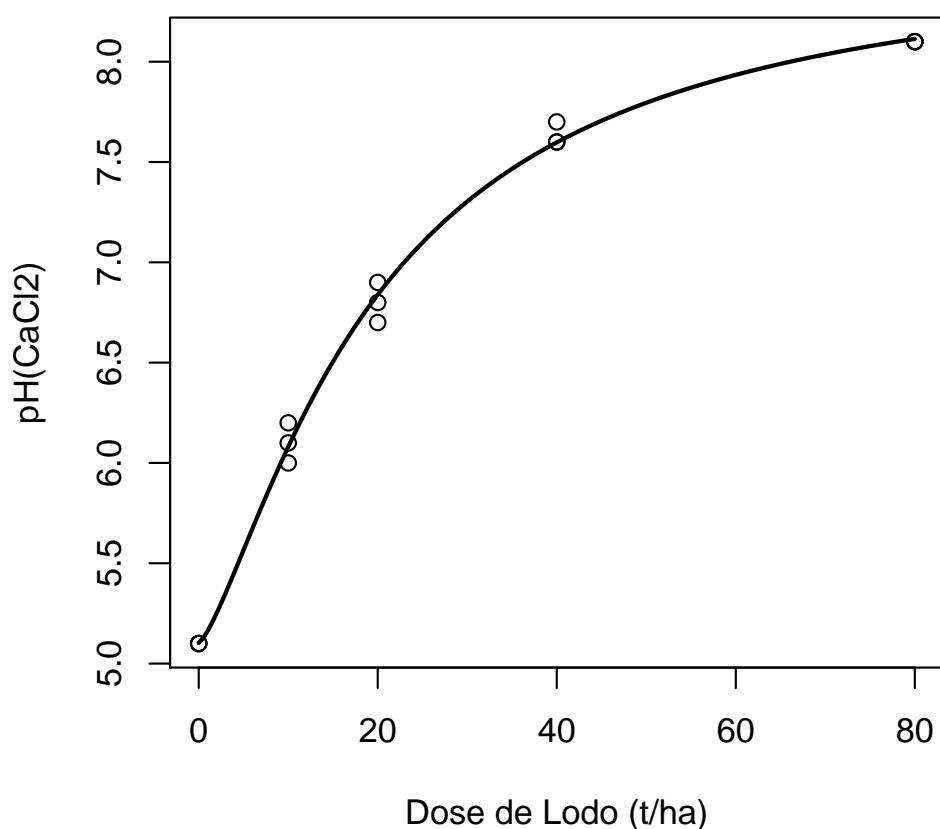
```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.945e+00 2.127e-01 18.545 < 2e-16 ***  
b 1.093e+00 7.347e-02 14.880 < 2e-16 ***  
c 2.878e+01 3.198e+00 9.001 5.38e-14 ***  
q 4.726e-04 5.615e-04 0.842 0.402  
f 4.080e+00 3.122e-02 130.697 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

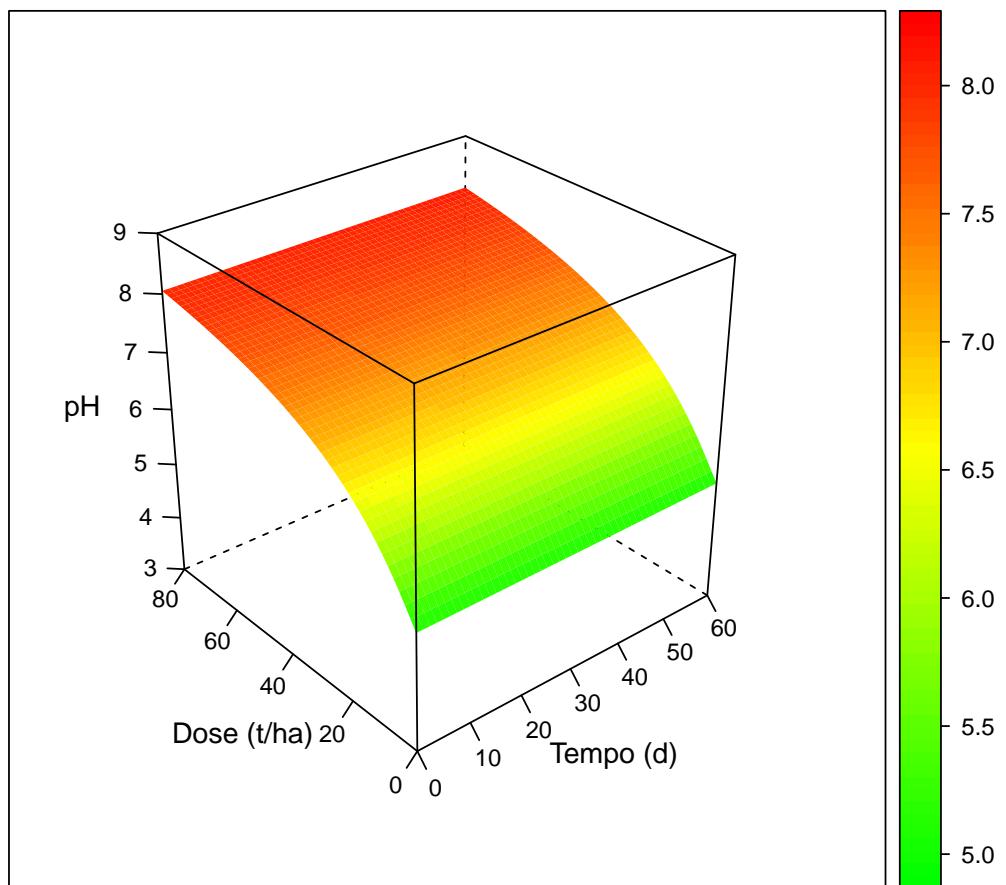
Residual standard error: 0.1165 on 85 degrees of freedom

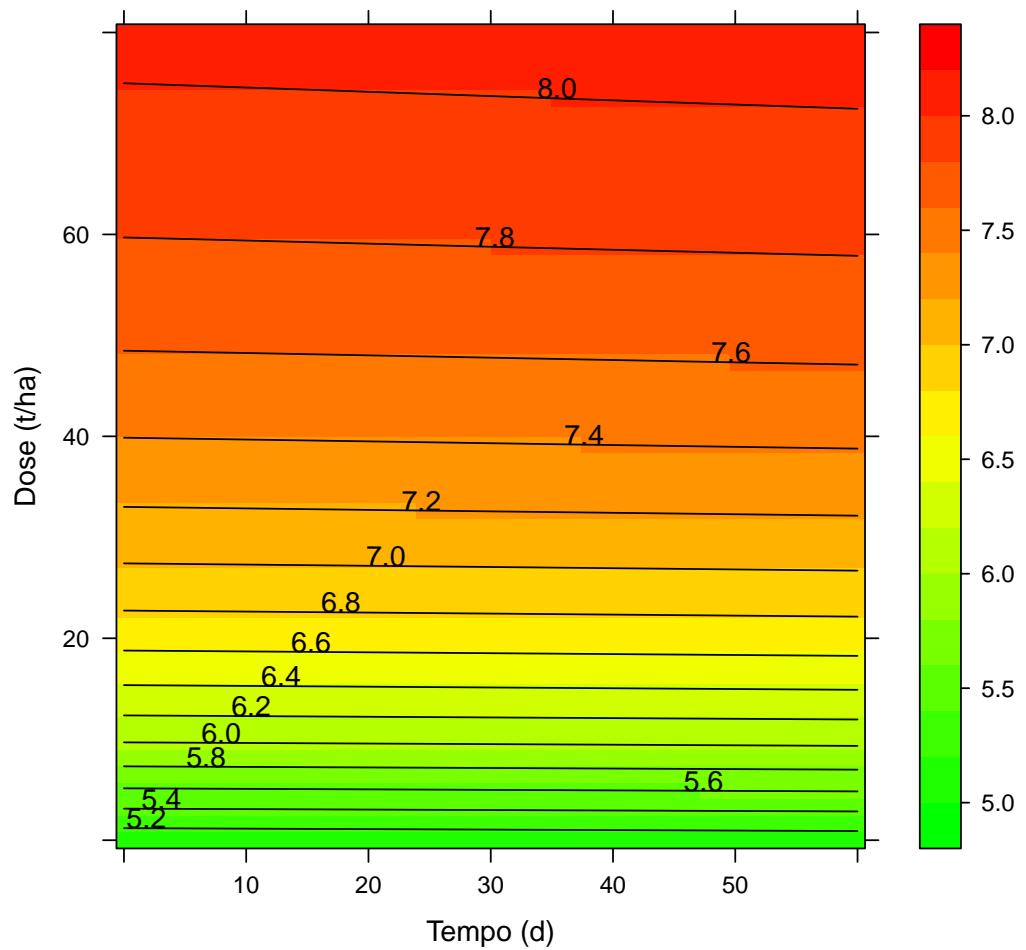
Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.988$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo (60 Dia







23.2 Calcario

23.2.1 ANOVA (Dose x Tempo)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tempo	5	0.89	0.18	89.12	0.0000
DoseC	4	20.77	5.19	2596.33	0.0000
Tempo:DoseC	20	2.05	0.10	51.23	0.0000
Residuals	60	0.12	0.00		

23.2.2 Ajuste de modelos não linear do Calcário (60 dias)

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 4.30838 1.70187 2.532 0.0279 *  
b 1.03113 0.15154 6.804 2.94e-05 ***  
c 15.44983 10.40747 1.484 0.1658  
f 5.11118 0.03377 151.343 < 2e-16 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.05942 on 11 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

$$R^2 = 0.994$$

23.2.3 Superficie de resposta

Formula: $y \sim f + \exp(t * q) + a * d^b / (c^b + d^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 9.730e+02 4.376e+05 0.002 0.998231  
b 5.100e-01 2.104e-01 2.424 0.017479 *  
c 4.223e+06 3.751e+09 0.001 0.999104  
f 4.039e+00 4.831e-02 83.597 < 2e-16 ***  
q 2.873e-03 7.593e-04 3.784 0.000286 ***  
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

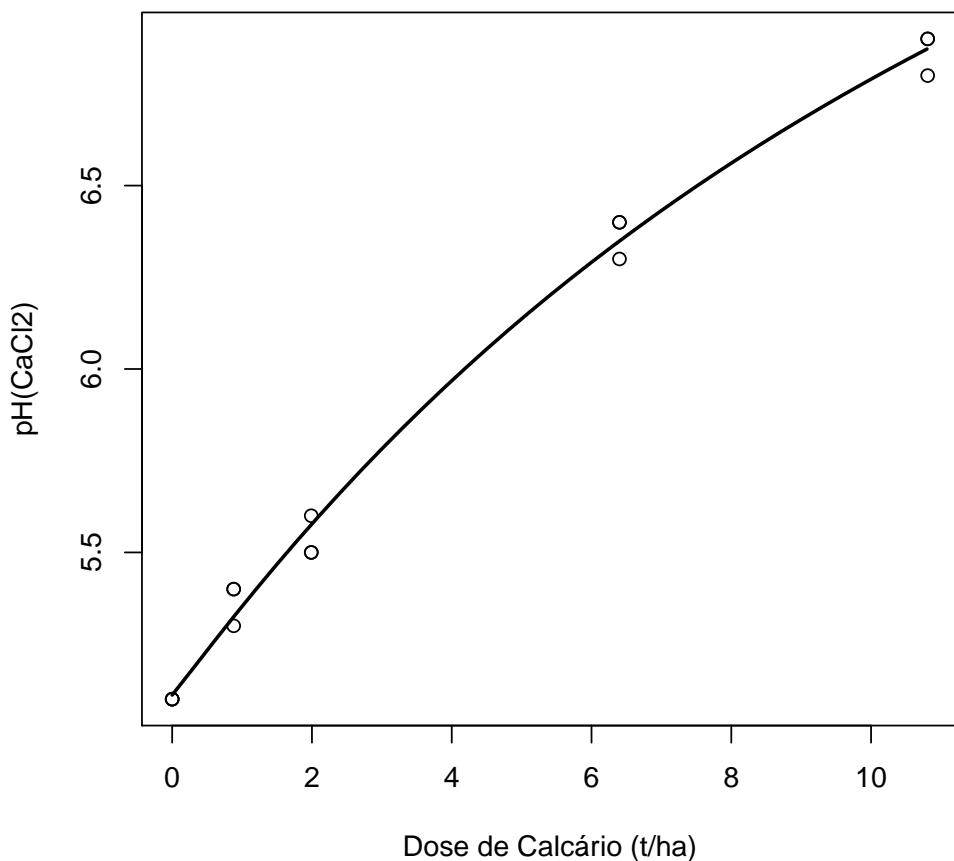
Residual standard error: 0.1818 on 85 degrees of freedom

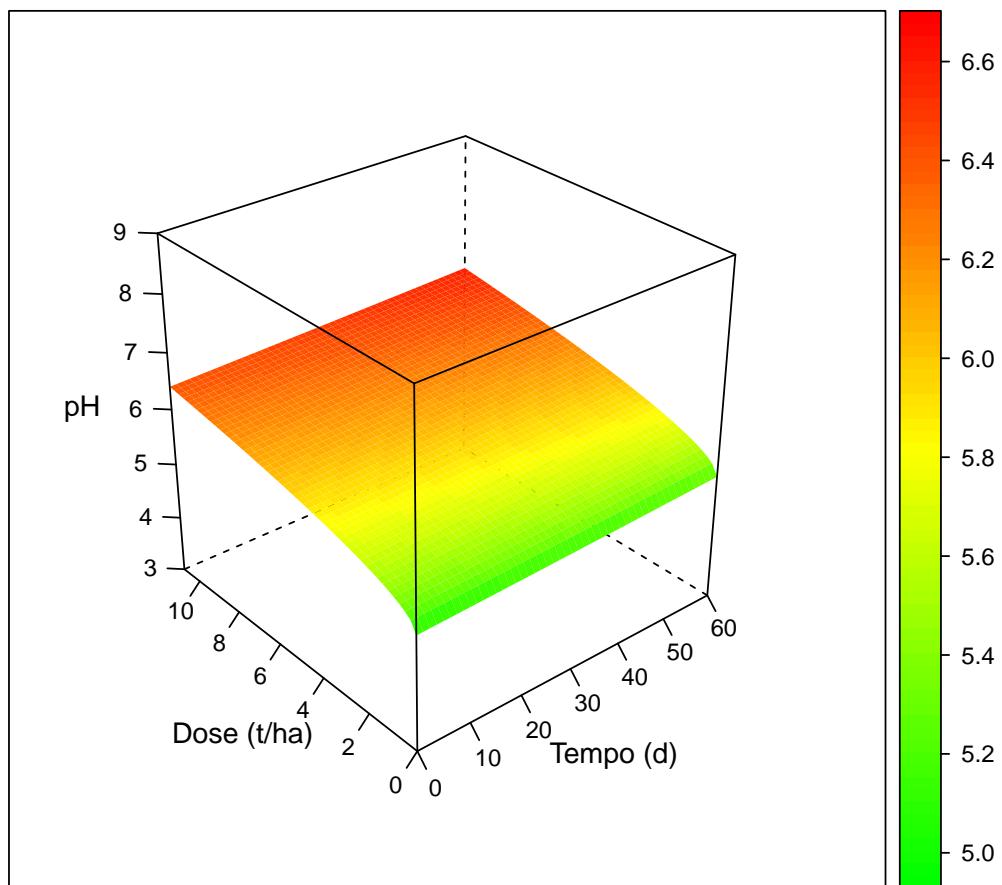
Number of iterations to convergence: 5

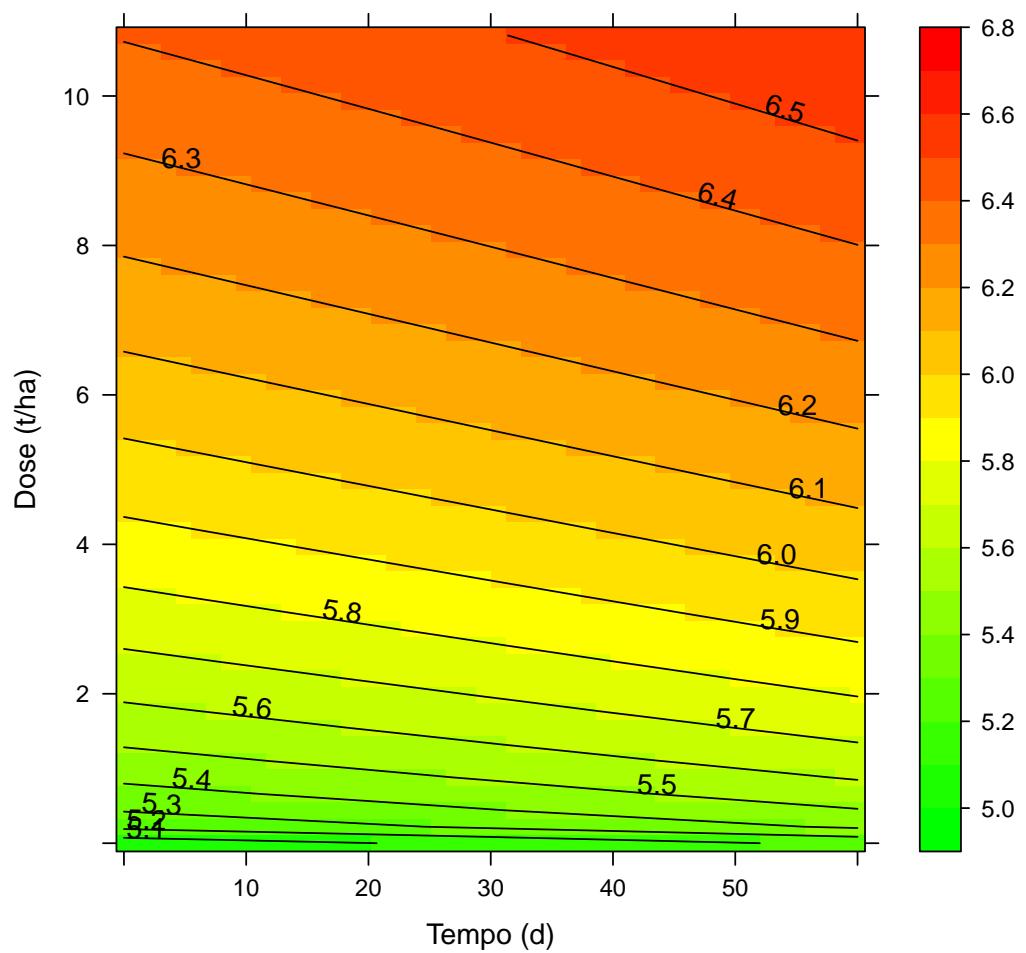
Achieved convergence tolerance: NA

$$R^2 = 0.882$$

Curva de resposta do pH em função de Calcário (60 dias)







23.3 Taxa Maxíma e correspondencia

23.3.1 Taxa máxima de aplicação

Formula: $y \sim f + a * x^b / (c^b + x^b)$

Parameters:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
a 3.94522 0.21232 18.582 < 2e-16 ***  
b 1.09324 0.07332 14.910 < 2e-16 ***  
c 28.78428 3.19154 9.019 4.5e-14 ***  
f 5.09254 0.02738 186.016 < 2e-16 ***  
---
```

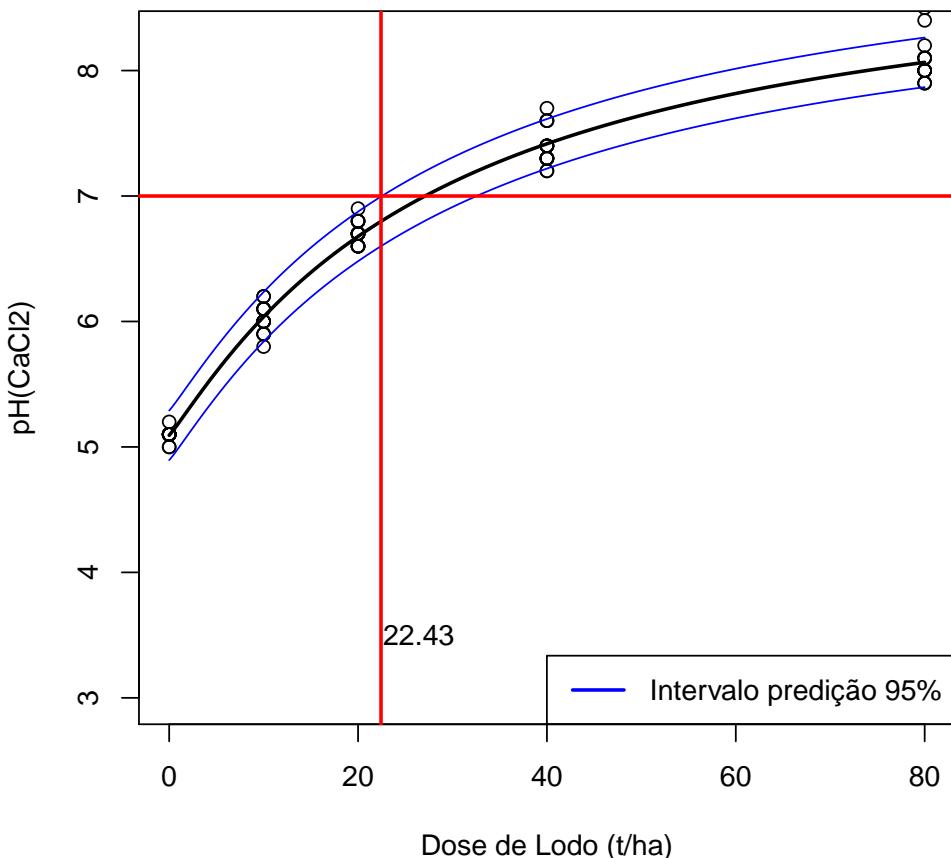
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1163 on 86 degrees of freedom

Algorithm "port", convergence message: relative convergence (4)

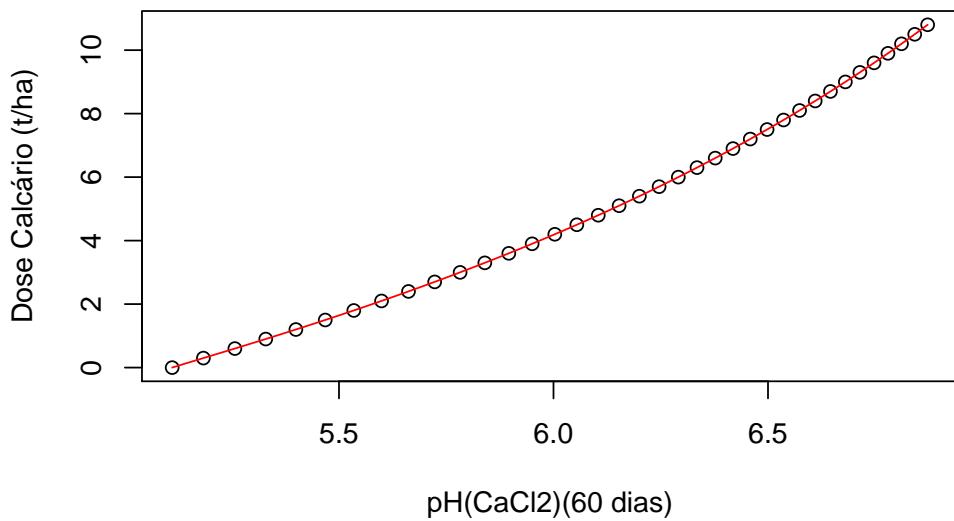
$$R^2 = 0.988$$

Curva de resposta do pH em função de Lodo

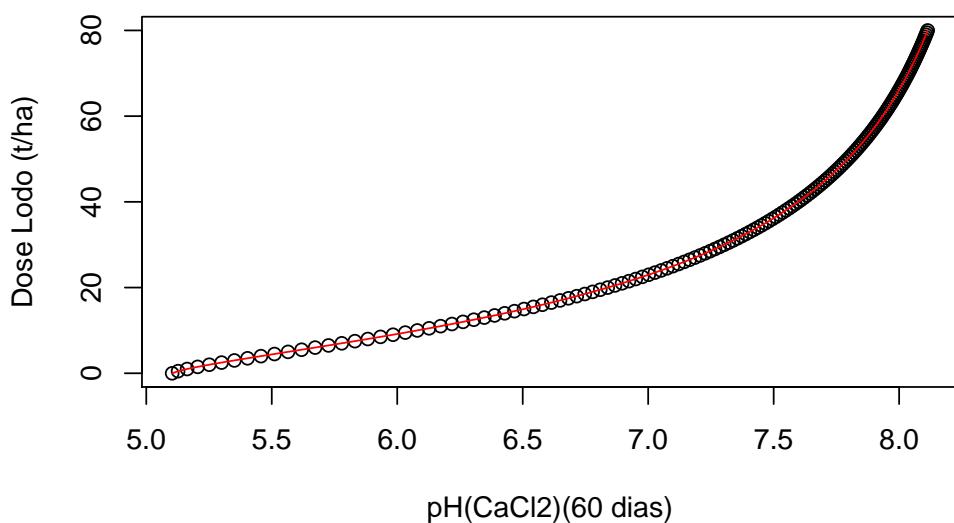


23.3.2 Equivalencia entre Lodo e Calcario

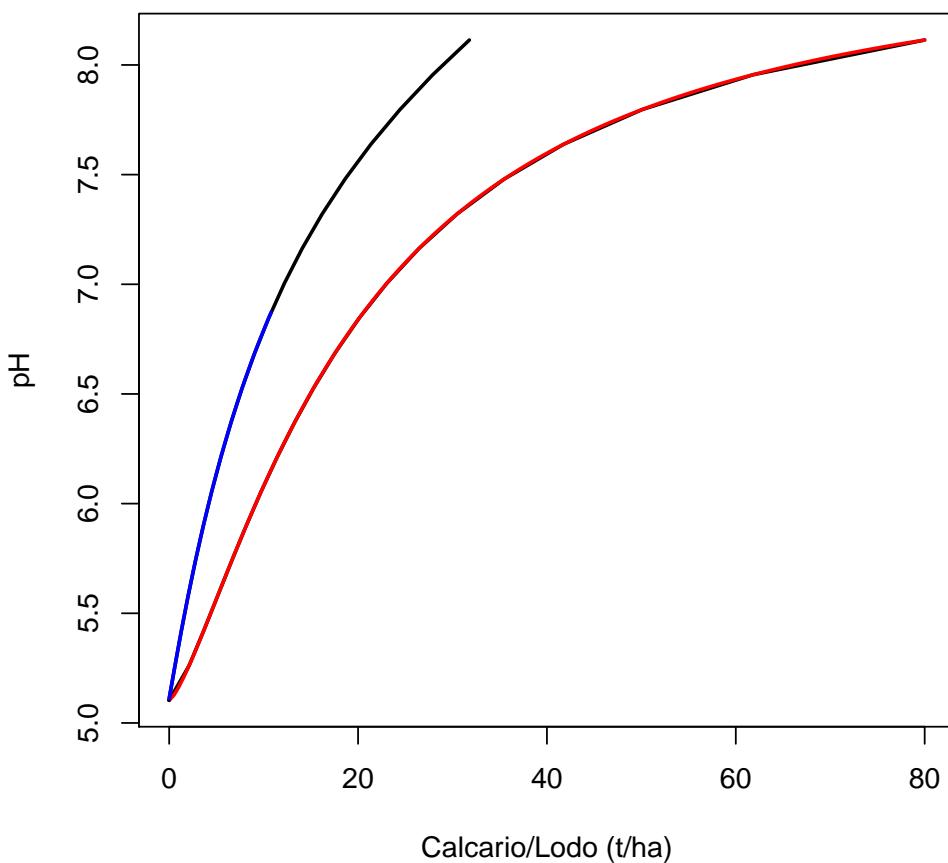
Função inversa Calcário pH



Função inversa Lodo pH

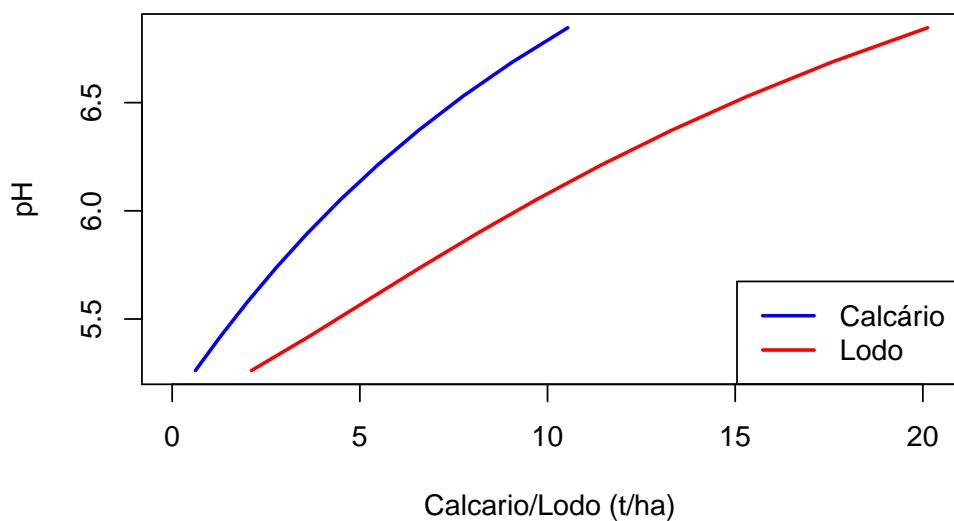


Corespondência entre função e sua inversa



	pH	Lodo	Calcario	RazaoLC
1	3.50			
2	3.75			
3	4.00			
4	4.25			
5	4.50			
6	4.75			
7	5.00			
8	5.25			
9	5.50	4.40	1.64	2.68
10	5.75	6.72	2.84	2.37
11	6.00	9.17	4.18	2.19
12	6.25	11.86	5.73	2.07
13	6.50	14.93	7.52	1.99
14	6.75	18.54	9.63	1.93
15	7.00			

Valores das doses de Lodo e Calcário para os pH Atingidos



Correspondencia entre Lodo e Calcario

