



Influência da humidade e da temperatura na fiabilidade do NDtech

ANA FILIPA FERREIRA DA COSTA

Outubro de 2022

Influência da humidade e da temperatura na fiabilidade do NDtech

Mestrado em Engenharia Química,

Ramo de Energia e Biorrefinaria

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Nome aluno: Ana Filipa Ferreira da Costa

Número aluno: 1170370

Orientadores:

Dr. Miguel Cabral - Amorim Cork

Eng. Carlos Costa – Amorim Cork

Dra. Manuela Correia – ISEP

outubro de 2022

Agradecimentos

Ao longo da minha vida, sempre agradei a presença de todos os que me rodeiam e que fazem parte da minha rotina. Com a realização desta dissertação, veio-se a demonstrar mais uma vez a importância delas no meu percurso.

Antes de mais, expor a minha gratidão pela oportunidade de realizar esta dissertação de mestrado no departamento do I&D+i da Amorim Cork.

Aos meus orientadores por parte da empresa, Dr. Miguel Cabral e Eng. Carlos Costa, por todo o ensinamento, todo o incentivo e a confiança que depositaram em mim, e pela oportunidade de participar num projeto tão importante, contribuindo não só para o meu desenvolvimento profissional, como para o meu desenvolvimento pessoal.

À minha orientadora do ISEP, Dra. Manuela Correia, por todo o tempo dispensado, todo o conhecimento que me transmitiu e toda a orientação fundamental ao longo de todo o projeto.

À engenheira Ana Malheiro, por ter aturado os estagiários mais que ninguém, por se ter mostrado sempre disponível e por me guiar e ensinar um pouco do muito que sabia.

À minha família, sem a qual nada disto seria possível. Aos meus pais e irmãos, por todas as palavras de carinho, por todos os conselhos, por sempre acreditarem em mim e por todo o amor. Por fazerem de mim quem eu sou e por me ensinarem a humildade, o respeito, o amor e que nada se consegue sem esforço.

Aos meus amigos, que sempre me acompanharam neste meu trajeto. Por todas as noites a estudar, por todas as tardes de convívio e por nunca me deixarem desistir. Por todas as palavras e todos os momentos, são uma parte imprescindível na minha vida e sem vocês não teria chegado ao fim.

A todos os Engenheiros, que fizeram parte do meu percurso académico. Por todo o conhecimento que me transmitiram, por todas as palavras de aconselhamento e por terem contribuído para que seja, tanto uma melhor profissional como uma melhor pessoa.

A todas estas pessoas, o meu mais sincero obrigado. Nada se consegue sozinho, e este sonho não se teria realizado sem vocês. Este é o último passo para a conclusão desta parte da minha vida, e não podia ter pedido melhor percurso e melhores pessoas que me acompanhassem.

Resumo

A cortiça, ao longo dos tempos, tornou-se o material de eleição para a vedação dos vinhos, devido às suas variadas qualidades e características. Devido à exposição a vários fatores, a qualidade sensorial da cortiça pode ser afetada o que origina o que comumente é conhecido como gosto a mofo.

Este gosto a mofo é um defeito sensorial causado, principalmente, pelo 2,4,6-tricloroanisol (TCA) que, embora não apresente perigo nenhum para a saúde humana, provoca um sabor desagradável no vinho.

De forma a contornar este problema, a Amorim Cork desenvolveu a tecnologia NDtech. Esta é uma tecnologia de cromatografia gasosa com um ciclo de análise individual de 15 segundos, onde qualquer rolha que apresente uma concentração de TCA superior a 0,5 ng/L é detetada, o que significa que todas as rolhas processadas com recurso a esta tecnologia têm garantia de TCA não detetável.

O controlo desta tecnologia é essencial para a obtenção de bons resultados, o que significa que todos os parâmetros que possam influenciar a análise cromatográfica terão de ser monitorizados de forma a não terem uma significativa interferência no resultado. Dois desses parâmetros foram o objeto de estudo nesta dissertação, a humidade e a temperatura ambiente.

Durante os meses de maio, junho e julho, a humidade e a temperatura ambientes do NDtech foram cuidadosamente estudadas. Paralelamente, desenvolveu-se uma fórmula de cálculo da fiabilidade esperada no NDtech, que permitisse avaliar a performance dos equipamentos. Esta nova forma percecionou a fiabilidade esperada como um produto de dois fatores de risco, sendo estes a quantidade real do grupo de rolhas que apresentam teores de TCA mais elevados (grupo G3) e a existência de erros associados à contaminação do equipamento por TCA, denominados por *carry-overs*.

Assim, depois da obtenção dos valores destas variáveis, foi possível uma posterior análise estatística que relacionasse os parâmetros de humidade e temperatura ambientes com a fiabilidade esperada.

A partir dos testes estatísticos realizados, foi possível concluir que, durante os 3 meses de análise olhando para o NDtech como um universo global, e não como linhas de

produção a trabalhar individualmente, apenas a temperatura mínima teve alguma influência na fiabilidade esperada do NDtech. Como estas duas variáveis se mostraram inversamente proporcionais, quanto menor a temperatura mínima do NDtech, maior a fiabilidade esperada. Concluiu-se ainda que, quando se tratou estatisticamente linha a linha ao longo dos meses em estudo, as linhas 5 a 9 foram as que apresentaram melhores correlações entre a fiabilidade esperada e as variáveis da temperatura e da humidade, visto que eram as linhas de produção menos suscetíveis às variações da humidade e temperatura do ambiente da fábrica.

Uma solução para melhorar as correlações das linhas 3,4 e 10 com a fiabilidade esperada, consiste no uso exclusivo de portas que se encontram mais afastadas das linhas de produção, o que resultaria numa minimização bastante considerável da suscetibilidade das linhas em modo de produção à humidade e temperatura ambiente fora do NDtech. Contudo, esta não seria uma solução que erradicasse o problema do NDtech uma vez que existem outras linhas de produção perto dessas portas de acesso. Será, então, necessária uma análise profunda da arquitetura da fábrica e do NDtech concretamente para eventualmente serem deslocadas as portas de acesso.

Com esta solução, seria possível a otimização das correlações de temperatura e da humidade ambiente das linhas, o que se traduziria numa influência positiva na fiabilidade esperada do NDtech. Assim sendo, seria possível aumentar a fiabilidade esperada, obtendo-se valores ainda mais perto dos 100%.

Palavras-chave: TCA, NDtech, linhas de produção, temperatura, humidade, fiabilidade esperada

Abstract

Over time, cork has become the material of choice for sealing wines, due to its various qualities and characteristics. Due to its exposure to various factors, the sensory quality of cork may be affected which origins what is commonly known as a musty taste.

This musty taste is a sensory defect caused mainly by 2,4,6-trichloroanisole (TCA), which, although it is not dangerous to human health, causes an unpleasant taste in wine.

In order to overcome this problem, Amorim Cork developed the NDtech technology. The NDtech is a gas chromatography technology with a 15 second individual analysis cycle, where any cork stopper with a TCA concentration above 0,5 ng/L is detected, which means that all cork stoppers processed using this technology are guaranteed to have a non-detectable TCA concentration.

The control of this technology is essential to obtain good results, which means that all parameters that may influence the chromatographic analysis must be monitored so as not to have a significant interference in the result. Two of these parameters were the object of study in this dissertation, the humidity and the temperature of the ambient.

During the months of may, june and july, the ambient humidity and temperature of the NDtech were carefully studied. In parallel, a formula was developed to calculate the expected reliability at NDtech, which would allow the performance of the equipment to be evaluated. This new way perceived the expected reliability as a product of two risk factors, these being the actual amount of the G3 group (cork stopers with the highest TCA concentrations) and the existence of errors associated with the contamination of the equipment by TCA, called carry-overs.

Thus, after obtaining the data of these variables, it was possible to do a subsequent statistical analysis that related the parameters of the humidity and temperature of the ambient with the expected reliability.

From the statistical tests performed, it was possible to conclude that during the 3 months of analysis looking at NDtech as a whole, and not as production lines working individually, only the minimum temperature had some influence on the expected reliability of NDtech. As these two variables were shown to be inversely proportional,

the lower the minimum temperature of the NDtech, the higher its expected reliability. It was also concluded that when the statistic was made line by line, lines 5 to 9 were the ones with the best correlations with expected reliability with the variables of temperature and humidity, as they were the production lines that were least susceptible to variations in the humidity and temperature of the factory environment.

One solution to this problem is to exclusively use the doors that are further away from the production lines, which would result in a quite considerable minimisation of the susceptibility of the lines in production mode, to humidity and ambient temperature outside the NDtech. However, this would not be a solution that would eradicate the NDtech problem since there are other production lines close to those doors. A thorough analysis of the architecture of the factory and of NDtech will be necessary to eventually move the access doors.

With this solution, an optimization of the correlations of the temperature and humidity of the ambient correlations of the lines would be possible, which would translate into a positive influence on the reliability of the NDtech. Therefore, it would be possible to increase the expected reliability, obtaining values even closer to 100%.

Keywords: TCA, NDtech, production lines, temperature, humidity, expected reliability

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	v
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xiv
Nomenclatura.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto	1
1.1.1 Contextualização do ponto de partida do projeto	2
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Apresentação da Empresa	4
1.4 Organização da dissertação.....	5
2. Estado de arte	7
2.1 A Cortiça e as Rolhas.....	7
2.1.1. Propriedades e composição química	7
2.1.2 Extração da cortiça	8
2.1.3 Tipos de rolhas	9
2.1.3.1 Rolhas naturais	10
2.1.4 Produção de rolhas naturais	11
2.2 O 2,4,6-tricloroanisol (TCA)	14
2.2.1 Origem e mecanismos de formação de TCA.....	14
2.2.2 Contaminação e migração do TCA para os vinhos	16
2.2.3 Medidas de combate ao TCA	18
2.2.3.1 Medidas de controlo de qualidade	19
2.3 A tecnologia NDtech	21
2.3.1 A história do NDtech.....	21
2.3.2 Componentes do NDtech.....	23
2.3.3 Funcionamento do NDtech.....	25
2.3.4 Classificação das rolhas naturais NDtech.....	26
3. Metodologia experimental.....	29
3.1 Obtenção de resultados de humidade e temperatura ambientais do NDtech ...	29
3.2 Obtenção dos resultados da fiabilidade do NDtech	32
3.2.1 Forma de cálculo da fiabilidade esperada no NDtech	32

3.2.2	Cálculo e quantificação dos fatores de risco	33
3.2.3	Cálculo da fiabilidade esperada das linhas	36
4.	Resultados e discussão	41
4.1	Evolução da temperatura, humidade, respetivas amplitudes e fiabilidade em função do tempo.....	41
4.2	Análise à normalidade dos dados de cada linha de produção do NDtech	50
4.3	A significância estatística na análise dos dados.....	55
4.4	Estudo das correlações das variáveis com a fiabilidade esperada do NDtech.	59
4.4.1	Correlações importantes das variáveis da humidade e da temperatura com a fiabilidade esperada	71
5.	Conclusões e Sugestões para trabalho futuro	77
	Bibliografia.....	81
	Anexo A – Exemplo de cálculo da humidade e da temperatura de cada linha.....	85
	Anexo B – Exemplo de cálculo da fiabilidade esperada para cada linha	89
	Anexo C – Resultados obtidos das várias em estudo nos meses de maio, junho e julho 91	
	Anexo D – Análise da relação visível das variáveis com a fiabilidade esperada durante os meses de maio, junho e julho	123

Índice de figuras

Figura 1. 1 - Relação entre a temperatura média exterior e a fiabilidade do NDtech em 2020	2
Figura 1. 2 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade do NDtech em 2019 e 2020	3
Figura 2. 1 - Microfotografia de cortiça natural: a) Corte radial; b) Corte tangencial [6]	8
Figura 2. 2 - Representação de uma rolha natural [8]	10
Figura 2. 3 - Representação de uma rolha natural NDtech [12]	11
Figura 2. 4 - Representação do mecanismo de formação do TCA [21]	15
Figura 2. 5 - Representação esquemática do funcionamento de uma coluna capilar em GC [5]	20
Figura 2. 6 - Representação esquemática de um detetor ECD [15]	20
Figura 2. 7 - Representação esquemática do processo de HS-SPME [25]	21
Figura 2. 8 - Linhas de produção do NDtech	22
Figura 3. 1 - Representação da planta do NDtech e respetivos sensores.....	29
Figura 3. 2 - Exemplo da folha de cálculo desenvolvida para quantificação dos fatores de risco.....	34
Figura 3. 3 - Cálculo dos potenciais carry-overs	38
Figura 3. 4 - Representação do cálculo da fiabilidade esperada.....	39
Figura 4. 1 - Relação entre a temperatura e fiabilidade esperada no mês de maio.....	42
Figura 4. 2 - Relação entre a amplitude térmica e fiabilidade esperada no mês de maio	43
Figura 4. 3 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada no mês de maio	43
Figura 4. 4 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada no mês de maio	44
Figura 4. 5 - Relação entre a temperatura e fiabilidade esperada no mês de junho	45
Figura 4. 6 - Relação entre a amplitude térmica e fiabilidade esperada no mês de junho	45
Figura 4. 7 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada no mês de junho	46
Figura 4. 8 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada no mês de junho	46
Figura 4. 9 - Relação entre a temperatura e fiabilidade esperada no mês de julho	47
Figura 4. 10 - Relação da amplitude térmica e a fiabilidade esperada no mês de julho.	48
Figura 4. 11 - Relação da humidade e a fiabilidade esperada no mês de julho	48
Figura 4. 12 - Relação entre a amplitude da humidade e fiabilidade esperada no mês de julho	49
Figura 4. 13 - Teste de Kruskal-Wallis para os dados do mês de maio.....	56
Figura 4. 14 - Teste de Kruskal-Wallis para os dados do mês de junho	57
Figura 4. 15 - Teste de Kruskal-Wallis para os dados do mês de julho	57
Figura 4. 16 - Teste de Kruskal-Wallis para a reunião de dados dos 3 meses	58
Figura D. 1 - Relação a temperatura e fiabilidade esperada na linha 4 no mês de maio	123

Figura D. 2 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada na linha 4 no mês de maio	123
Figura D. 3 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de maio	124
Figura D. 4 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de maio	124
Figura D. 5 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio	125
Figura D. 6 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio	125
Figura D. 7 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio	126
Figura D. 8 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio	126
Figura D. 9 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio	127
Figura D. 10 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio	127
Figura D. 11 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio	128
Figura D. 12 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio	128
Figura D. 13 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio	129
Figura D. 14 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio	129
Figura D. 15 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio	130
Figura D. 16 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio	130
Figura D. 17 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio	131
Figura D. 18 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio	131
Figura D. 19 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio	132
Figura D. 20 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio	132
Figura D. 21 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio	133
Figura D. 22 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio	133
Figura D. 23 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio	134
Figura D. 24 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio	134

Figura D. 25 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio	135
Figura D. 26 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio	135
Figura D. 27 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio	136
Figura D. 28 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio	136
Figura D. 29 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho	137
Figura D. 30 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho	137
Figura D. 31 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho	138
Figura D. 32 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho	138
Figura D. 33 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho	139
Figura D. 34 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho	139
Figura D. 35 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho	140
Figura D. 36 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho	140
Figura D. 37 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho	141
Figura D. 38 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho	141
Figura D. 39 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho	142
Figura D. 40 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho	142
Figura D. 41 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho	143
Figura D. 42 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho	143
Figura D. 43 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho	144
Figura D. 44 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho	144
Figura D. 45 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho	145
Figura D. 46 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho	145
Figura D. 47 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho	146

Figura D. 48 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho.....	146
Figura D. 49 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho.....	147
Figura D. 50 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho.....	147
Figura D. 51 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho.....	148
Figura D. 52 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho.....	148
Figura D. 53 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho.....	149
Figura D. 54 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho.....	149
Figura D. 55 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho.....	150
Figura D. 56 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho.....	150
Figura D. 57 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho.....	151
Figura D. 58 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho.....	151
Figura D. 59 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho.....	152
Figura D. 60 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho.....	152
Figura D. 61 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho.....	153
Figura D. 62 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho.....	153
Figura D. 63 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho.....	154
Figura D. 64 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho.....	154
Figura D. 65 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho.....	155
Figura D. 66 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho.....	155
Figura D. 67 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho.....	156
Figura D. 68 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho.....	156
Figura D. 69 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho.....	157
Figura D. 70 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho.....	157

Figura D. 71 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho.....	158
Figura D. 72 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho.....	158
Figura D. 73 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho.....	159
Figura D. 74 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho.....	159
Figura D. 75 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho.....	160
Figura D. 76 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho.....	160
Figura D. 77 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho.....	161
Figura D. 78 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho.....	161
Figura D. 79 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho.....	162
Figura D. 80 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho.....	162
Figura D. 81 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho.....	163
Figura D. 82 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho.....	163
Figura D. 83 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho.....	164
Figura D. 84 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho.....	164

Índice de tabelas

Tabela 3. 1 - Ponderação de cada sensor do NDtech utilizada para o cálculo da humidade e da temperatura de cada linha.....	30
Tabela 3. 2 - Valores de percentagem de grupos G3 e de carry-overs da linha 3 do dia 6 de maio de 2022.....	35
Tabela 3. 3 - Resultados do estudo para se determinar a percentagem de falsos positivos	37
Tabela 4. 1 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha do mês de maio..	51
Tabela 4. 2 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha do mês de junho .	52
Tabela 4. 3 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha do mês de julho..	53
Tabela 4. 4 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha dos meses maio, junho e julho	54
Tabela 4. 5 - Apresentação dos p-values das variáveis da produção do NDtech de todos os meses.....	55
Tabela 4. 6 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada no mês de maio; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	60
Tabela 4. 7 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada no mês de maio; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	61
Tabela 4. 8 - Valores dos p-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech no mês de maio; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito	62
Tabela 4. 9 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada no mês de junho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	63
Tabela 4. 10 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada no mês de junho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	64
Tabela 4. 11 - Valores dos p-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech no mês de junho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito	65
Tabela 4. 12 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada no mês de julho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	66
Tabela 4. 13 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada no mês de julho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	67
Tabela 4. 14 - Valores dos p-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech no mês de julho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito	68

Tabela 4. 15 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada da reunião de dados dos 3 meses; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	69
Tabela 4. 16 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada da reunião de dados dos 3 meses; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	70
Tabela 4. 17 - Valores dos p-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech da reunião de dados dos 3 meses; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito.....	71
Tabela 4. 18 - Valores das correlações estatisticamente significativas das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada no mês de maio.....	72
Tabela 4. 19 - Valores das correlações estatisticamente significativas das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada no mês de junho	72
Tabela 4. 20 - Valores das correlações estatisticamente significativas das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada no mês de julho	73
Tabela 4. 21 - Valores das correlações estatisticamente significativas da variável temperatura com a fiabilidade esperada tendo em conta todos os dados recolhidos ao longo dos 3 meses.....	73
Tabela 4. 22 - Valores das correlações estatisticamente significativas da variável humidade com a fiabilidade esperada tendo em conta todos os dados recolhidos ao longo dos 3 meses.....	73
Tabela A. 1 - Valores da humidade ambiente dos sensores 8048 e 8050.....	85
Tabela A. 2 - Valores máximos e mínimos da humidade relativos aos sensores 8048 e 8050	87
Tabela A. 3 - Valores de humidade máxima e mínima de cada linha	88
Tabela A. 4 - Valores de temperatura máxima e mínima de cada linha.....	88
Tabela B. 1 - Cálculo da fiabilidade esperada para cada dia do mês de maio da linha 389	
Tabela C. 1 - Resultados obtidos na linha 3 em maio	91
Tabela C. 2 - Resultados obtidos na linha 4 em maio	92
Tabela C. 3 - Resultados obtidos na linha 5 em maio	94
Tabela C. 4 - Resultados obtidos na linha 6 em maio	95
Tabela C. 5 - Resultados obtidos na linha 7 em maio	96
Tabela C. 6 - Resultados obtidos na linha 8 em maio	98
Tabela C. 7 - Resultados obtidos na linha 9 em maio	99
Tabela C. 8 - Resultados obtidos na linha 10 em maio	100
Tabela C. 9 - Resultados obtidos na linha 3 em junho	102
Tabela C. 10 - Resultados obtidos na linha 4 em junho	103
Tabela C. 11 - Resultados obtidos na linha 5 em junho	104
Tabela C. 12 - Resultados obtidos na linha 6 em junho	106
Tabela C. 13 - Resultados obtidos na linha 7 em junho	107
Tabela C. 14 - Resultados obtidos na linha 8 em junho	108
Tabela C. 15 - Resultados obtidos na linha 9 em junho	110

Tabela C. 16 - Resultados obtidos na linha 10 em junho	111
Tabela C. 17 - Resultados obtidos na linha 3 em julho	112
Tabela C. 18 - Resultados obtidos na linha 4 em julho	114
Tabela C. 19 - Resultados obtidos na linha 5 em julho	115
Tabela C. 20 - Resultados obtidos na linha 6 em julho	116
Tabela C. 21 - Resultados obtidos na linha 7 em julho	118
Tabela C. 22 - Resultados obtidos na linha 8 em julho	119
Tabela C. 23 - Resultados obtidos na linha 9 em julho	120
Tabela C. 24 - Resultados obtidos na linha 10 em julho	121

Nomenclatura

Amp. H – Amplitude da humidade

Amp. T – Amplitude térmica

APCOR – Associação Portuguesa da Cortiça

ECD – *Electron Capture Detetor*

G1 – Grupo 1

G2 – Grupo 2

G3 – Grupo 3

GC – *Gas Chromatography*

Hmax – Humidade máxima

Hmin – Humidade mínima

I&D+i – Investigação & Desenvolvimento e Inovação

LD – Limite de Detecção

MDI – Máquina de Detecção Individual

MS – *Mass Spectrometer*

ROSA - *Rate of Optimal Steam Application*

SC – *Common outlet Selectors*

SPME – *Solid Phase Microextraction*

STF – *Trapping/flow – through Selectors*

TCA – 2,4,6-tricloroanisol

Tmax – Temperatura máxima

Tmin – Temperatura mínima

1. Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto

Apesar da cortiça ser considerada o vedante de eleição para vinhos, o seu maior problema continua a ser a migração de compostos de aroma indesejável para o vinho, principalmente do 2,4,6-tricloroanisol (TCA), conferindo ao vinho o tão conhecido “gosto a mofo”.

Mesmo que este composto não cause nenhum problema à saúde humana, provoca problemas económicos para a indústria corticeira e, por isso, é de elevada importância a sua erradicação das rolhas. Enquanto não é possível eliminar completamente o TCA das rolhas, já foram tomadas várias medidas para controlo e prevenção das contaminações.

Para tal, a Amorim Cork desenvolveu a tecnologia NDtech, que veio responder às exigências do mercado. O NDtech é a tecnologia de análise mais avançada do mundo para a quantificação do TCA em rolhas naturais, oferecendo a primeira rolha natural com uma concentração de TCA não detetável.

O desenvolvimento da tecnologia NDtech foi um passo crucial para o avanço da Amorim Cork no mercado mundial da cortiça, sendo uma tecnologia que tem um controlo muito apertado e permanente de forma a responder às especificações a que se propõe. Uma tecnologia que usa cromatografia em chão de fábrica é, por si, um avanço muito significativo. Contudo todos os parâmetros que possam influenciar a análise cromatográfica terão de ser monitorizados de forma a não terem uma significativa interferência no resultado final. Dois desses parâmetros são objeto de estudo nesta dissertação, a humidade e a temperatura, cujo controlo é essencial para a obtenção de bons resultados no NDtech.

1.1.1 Contextualização do ponto de partida do projeto

A necessidade de implementação deste projeto surgiu após um estudo, realizado por parte da empresa em 2020, apontar para uma possível relação entre a temperatura média exterior, medida através da estação meteorológica geograficamente mais perto, e a fiabilidade do NDtech (figura 1.1).

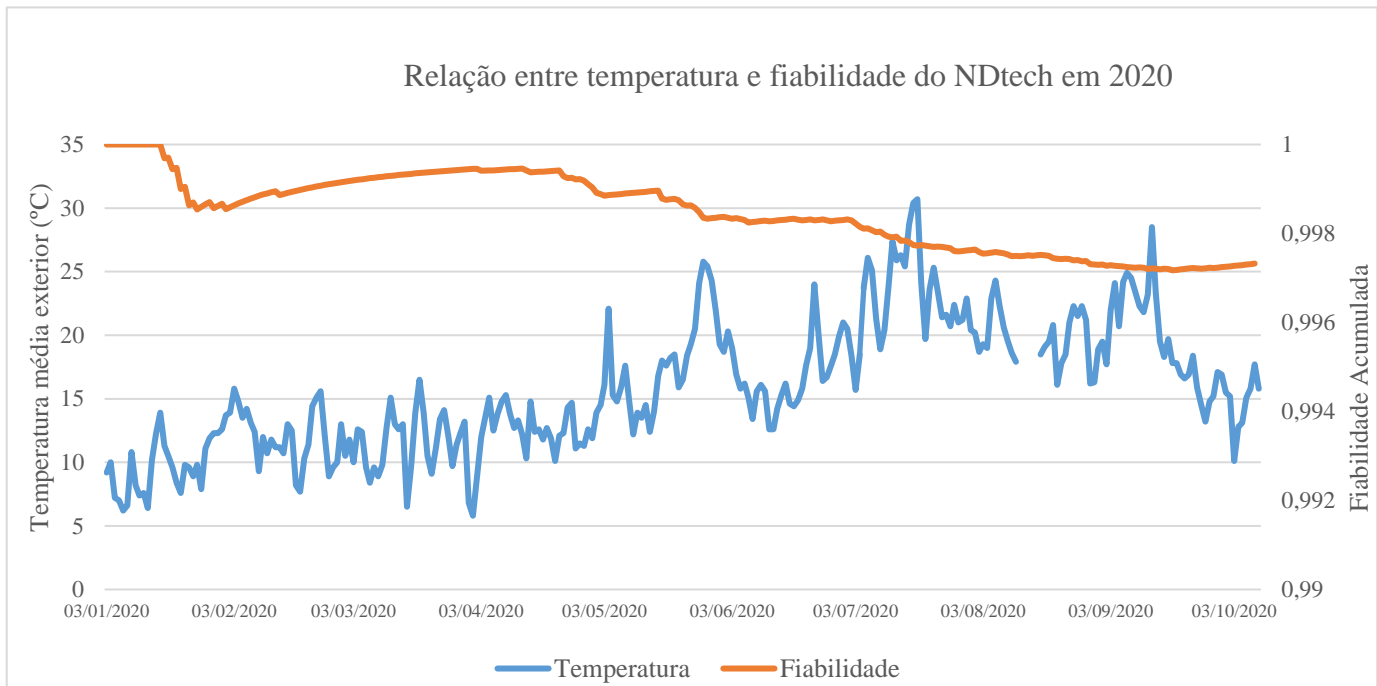


Figura 1. 1 - Relação entre a temperatura média exterior e a fiabilidade do NDtech em 2020

Pela análise da figura 1.1, pode-se observar que nos meses em que a temperatura se encontra com valores relativamente baixos em relação ao resto do ano, desde janeiro até maio, a fiabilidade acumulada sofre um aumento considerável. Após o mês de maio, quando a temperatura aumenta significativamente até ao mês de setembro, é de notar a diminuição dos valores da fiabilidade acumulada. Por fim, no mês de outubro volta-se a observar uma diminuição da temperatura, o que se traduz num aumento dos valores da fiabilidade acumulada.

Esta hipótese é ainda apoiada por outro estudo realizado na empresa, que analisou a influência da amplitude térmica na fiabilidade nos anos de 2019 e 2020 (figura 1.2).

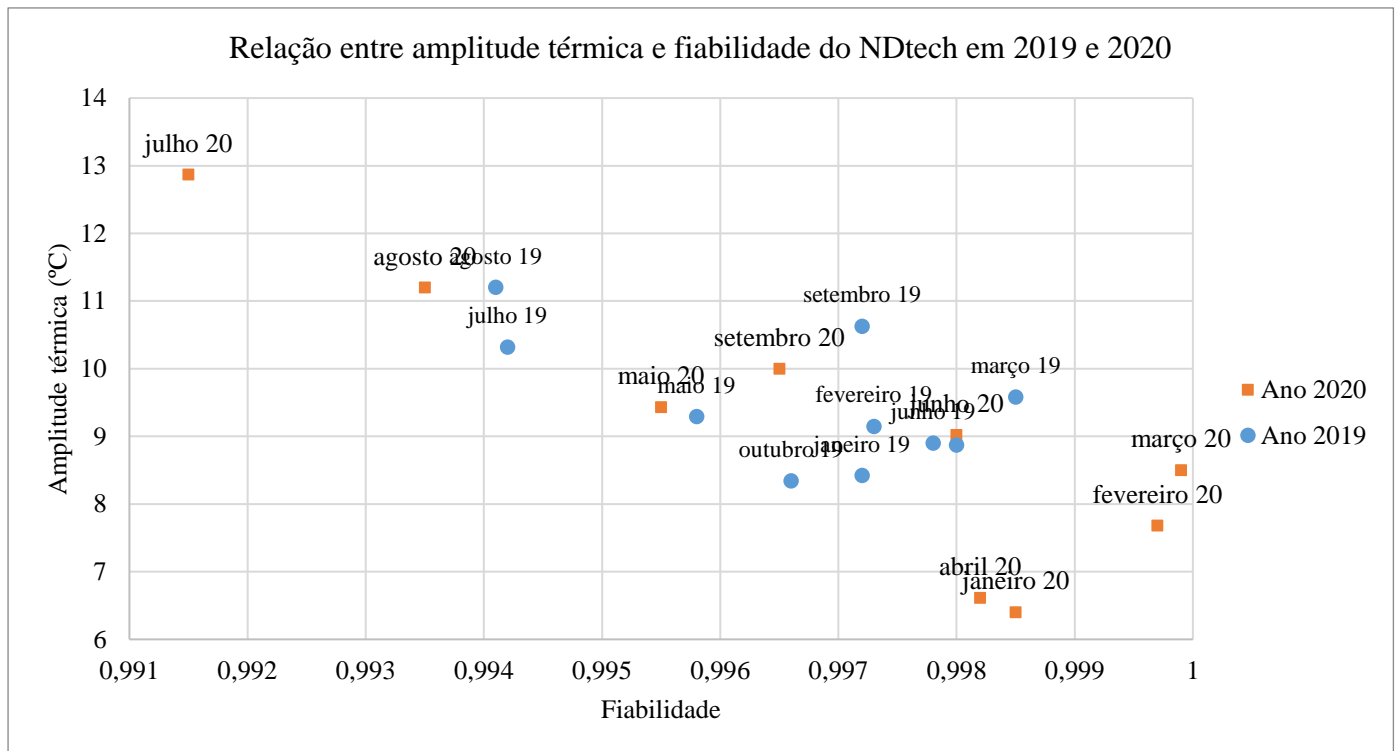


Figura 1. 2 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade do NDtech em 2019 e 2020

Através da análise da figura 1.2, conclui-se que os meses com amplitude térmica mais alta – julho e agosto de 2019 e julho e agosto de 2020 – são os meses com valores de fiabilidade mais baixos. Em contrapartida, os meses com amplitudes térmicas mais baixas – janeiro a abril de 2020 – são os meses com valores de fiabilidade mais elevados.

Comparando as figuras 1.1 e 1.2 e respetivas conclusões, pode-se formular uma hipótese inicial de que quanto maior a amplitude térmica, menor a fiabilidade do NDtech. É esta hipótese inicial, que abrirá as portas para o tema deste projeto, onde se verificará de uma forma mais precisa e exata se a humidade e a temperatura ambientais terão algum tipo de influência na fiabilidade do NDtech.

1.2 Objetivos

O estágio curricular integrado no plano de estudos do Mestrado em Engenharia Química, no ramo de Energia e Biorrefinaria, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, tem como

objetivo permitir aos estudantes terem uma experiência em ambiente empresarial enriquecedora, realizando um trabalho de projeto.

O objetivo do presente estágio é estudar a influência da humidade e da temperatura na fiabilidade do NDtech. Sendo que, atualmente, o NDtech já consegue alcançar valores de fiabilidade muito bons pretende-se, com o estudo destas duas variáveis, obter-se fiabilidades ainda mais perto dos 100%.

Com este projeto, pretende-se fornecer aos clientes da Amorim Cork as rolhas com a melhor qualidade possível, garantindo o sucesso desta tecnologia.

1.3 Apresentação da Empresa

Fundada em 1870 e sediada em Santa Maria de Lamas, a Amorim Cork desde sempre acreditou e apostou nas inúmeras aplicações da cortiça, transformando-se no que é agora: o maior grupo de transformação de cortiça do mundo e uma das empresas portuguesas com mais presença internacional [1]. Este grupo desdobra-se em cinco unidades de negócio: Matérias-Primas, Rolhas, Aglomerados Compósitos, Isolamentos e Revestimentos, e conta com um vasto leque de produtos, usados nos mais variados setores desde o setor vitivinícola ao aeronáutico, incluindo artigos utilizados no design de interiores, no desporto, etc.

Com mais de 29000 clientes, a Amorim Cork continua a expandir-se por todo mundo estando já presente em mais de 100 países com um volume de negócios superior a 837 milhões de euros em 2021, sendo que cerca de 93% das suas vendas fazem-se fora de Portugal [2, 3].

A Amorim Cork, ano após ano, aposta cada vez mais em materiais renováveis de forma a alcançar uma política de zero desperdício. Em resultado disso, é das poucas empresas portuguesas com um impacto ambiental positivo, consumindo 73 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) por cada tonelada de cortiça produzida [3].

Com o intuito de proporcionar aos seus clientes os melhores resultados possíveis, a Amorim Cork criou o departamento de Investigação & Desenvolvimento e Inovação

(I&D+i), que teve como principal objetivo o combate ao TCA, composto responsável pelo “gosto a mofo” que em quantidades ínfimas afeta o aroma dos vinhos.

De todas as medidas de combate ao TCA, destaca-se a tecnologia NDtech desenvolvida pela Amorim Cork em colaboração com uma empresa inglesa especializada em cromatografia. Esta tecnologia, analisa, em 15 segundos, a presença de TCA em rolhas de cortiça natural com um limite de quantificação de 0,5 ng/L, permitindo a triagem individual de cerca de 85 milhões de rolhas/ano.

O trabalho desenvolvido na presente dissertação estudou a influência da humidade e temperatura ambientais no NDtech na fiabilidade apresentada pelo equipamento.

1.4 Organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos.

No capítulo 1, denominado de Introdução, faz-se um enquadramento do trabalho, a definição de objetivos do projeto e uma breve apresentação da empresa de acolhimento.

No capítulo 2, denominado de Estado de Arte, faz-se uma pesquisa bibliográfica que aborda as rolhas de cortiça; o TCA, a sua origem e a sua influência nos vinhos. Faz-se ainda referência à evolução e história da tecnologia NDtech, e ao seu modo de funcionamento.

No capítulo 3, denominado por Metodologia Experimental, apresenta-se todos os métodos utilizados para a obtenção dos resultados, tais como o tratamento dos dados da humidade e temperatura ambientes do NDtech e o cálculo dos fatores de risco e da fiabilidade esperada do NDtech.

No capítulo 4, denominado por Resultados e Discussão, são apresentados os resultados obtidos, tais como a evolução da temperatura, humidade, respetivas amplitudes e fiabilidade esperada e função do tempo, e os testes estatísticos realizados para estudar a influência da humidade e temperatura ambientes na fiabilidade esperada do NDtech.

Por fim, no capítulo 5, Conclusões e Sugestões para trabalho futuro, estão explicitadas as conclusões da dissertação.

2. Estado de arte

2.1 A Cortiça e as Rolhas

2.1.1. Propriedades e composição química

Ao longo dos tempos, existiu sempre um estudo intensivo e cuidado das variadas aplicações e características da cortiça.

A cortiça é um tecido vegetal obtido a partir da extração da casca do sobreiro, *Quercus suber* L., uma árvore que está localizada principalmente nas zonas à volta do mar mediterrâneo [4]. Atualmente, a produção mundial de cortiça é de 200 mil toneladas por ano, das quais 50% são oriundas de Portugal.

Em Portugal, o sobreiro é a árvore nacional e ocupa 22% da área florestal do país. Apresenta uma longevidade entre 250 e 350 anos e tem uma excelente capacidade de regeneração da sua casca, permitindo assim a sua exploração prolongada [4].

A casca do sobreiro, autorregenera após extração, pelo que a extração da cortiça não envolve a morte do sobreiro. A cortiça é um composto 100% natural e completamente reciclável e reutilizável. Por exemplo, as rolhas de cortiça após extração da garrafa podem ser trituradas e os grânulos resultantes usados noutras aplicações, como revestimentos, produtos de design, etc. [5].

As características da cortiça, nomeadamente impermeabilidade, elasticidade e compressibilidade bem como a sua resistência à temperatura, humidade, pressão e atrito tornam este produto versátil, de fácil adaptação às condições climatéricas e excelente isolante térmico e acústico.

A sua estrutura e composição química justificam algumas das principais características que tornam a cortiça num material tão interessante. A composição química da cortiça depende de vários fatores: clima, localização geográfica, condições genéticas e todas as condições do crescimento do sobreiro.

A cortiça é formada por células microscópicas, numa estrutura alveolar idêntica a uma colmeia, preenchidas com um gás semelhante ao ar e cujas partes celulares são formadas principalmente por polímeros. A sua estrutura alveolar encontra-se representada na figura 2.1.

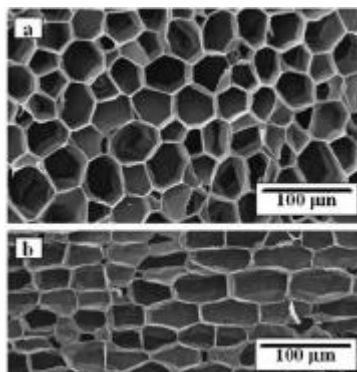


Figura 2. 1 - Microfotografia de cortiça natural: a) Corte radial; b) Corte tangencial [6]

A parede celular é composta por três camadas cada uma com diferentes compostos associados. A parede primária possui uma estrutura rica em lenhina, a secundária é constituída por lenhina e suberina, sendo por isso mais espessa, e a terciária é apenas composta por polissacarídeos [5, 7].

Cada um destes polímeros oferecem diferentes propriedades à parede celular da cortiça. A lenhina é dura e rígida e apresenta pouca capacidade de absorção de humidade, conferindo à parede propriedades de rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais [8]. Já a suberina desempenha um papel fundamental como barreira protetora entre a cortiça e o meio ambiente [9]. Por fim, os polissacarídeos são responsáveis pela rigidez estrutural das células de cortiça, prevenindo o colapso das mesmas [8].

2.1.2 Extração da cortiça

Como se sabe, a extração da cortiça não envolve o corte do sobreiro, uma vez que é obtida a partir da sua casca. Entre o período de fim da primavera e início do verão, são

normalmente realizadas as extrações da cortiça, uma vez que esta se encontra menos aderente ao tronco.

O primeiro descortiçamento do sobreiro é realizado apenas após 25 anos do nascimento da árvore. Os descortiçamentos têm de ter 9 anos de intervalo entre si, para que a regeneração da casca do sobreiro seja possível. Sendo assim, o segundo descortiçamento acontece apenas 9 anos depois do primeiro. Nestes dois primeiros descortiçamentos, como esta cortiça possui bastantes fendas e uma estrutura muito irregular, não pode ser utilizada para a produção de rolhas, sendo por isso apenas utilizada para ser triturada e granulada servindo como matéria-prima para isolamentos, construção, entre outros [10].

É apenas no terceiro descortiçamento que a cortiça, adquire uma estrutura regular e, consequentemente, uma qualidade suficiente para ser parte do processo de produção de rolhas. A partir deste descortiçamento, a cortiça do sobreiro pode ser sempre utilizada na produção de rolhas.

O Montado, floresta de sobreiros, é uma paisagem frequente em Portugal, representando cerca de 21% da área florestal nacional e mais de 50% da produção mundial de cortiça. Atualmente, Portugal detém um terço da área global de sobreiros, sendo o maior produtor de cortiça no mundo. Os montados são uma importante barreira para a desertificação e são um dos mais ricos ecossistemas existentes onde sobrevivem muitas espécies animais raras e em vias de extinção [9].

2.1.3 Tipos de rolhas

A indústria da cortiça possui uma vasta gama de rolhas, com diferentes características, tamanhos, calibres e qualidade. A Amorim Cork possui um leque de rolhas, tanto naturais como técnicas, que correspondem às necessidades dos clientes para uma diversidade enorme de garrafas e todo o tipo de bebidas.

A grande diferença entre as rolhas naturais e técnicas está na sua composição. Enquanto as rolhas naturais são fabricadas a partir de uma peça única de cortiça, as rolhas

técnicas são constituídas por um corpo denso, de cortiça aglomerada, com discos de cortiça natural colados no seu topo ou em ambos os topos.

No NDtech apenas são analisadas rolhas naturais, pelo que apenas estas vão ser abordadas no subcapítulo seguinte.

2.1.3.1 Rolhas naturais

A rolha natural (figura 2.2) é uma rolha produzida através de um fragmento único de cortiça, através do processo de brocagem. As características associadas a este tipo de rolha – elasticidade, compressibilidade e inocuidade – fazem destas rolhas o único vedante capaz de conservar qualquer tipo de vinho dentro da garrafa. Por apresentarem uma capacidade de vedação muito elevada, as rolhas naturais são, normalmente, utilizadas em vinhos velhos [11].



Figura 2. 2 - Representação de uma rolha natural [8]

As rolhas naturais são classificadas comercialmente através de 9 classes diferentes, segundo critérios visuais através de padrões de referência: Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º sendo a Flor o tipo de rolha com maior valor comercial e a 6º a classe com o menor valor.

São estas rolhas naturais que vão ser analisadas na tecnologia NDtech, a tecnologia em estudo nesta dissertação. Esta tecnologia permite uma triagem individual das rolhas de cortiça naturais, sendo que apenas serão aprovadas as rolhas que possuam um teor de TCA inferior a 0,5 ng/L. Sendo assim, as rolhas vendidas ao cliente, aprovadas pelo NDtech (figura 2.3), são consideradas livres de TCA.



Figura 2. 3 - Representação de uma rolha natural NDtech [12]

2.1.4 Produção de rolhas naturais

As rolhas naturais sofrem vários processos desde o descortiçamento até ao embalamento das rolhas para o cliente. Na produção de rolhas naturais, os produtos finais de cada fase do processo que não têm qualidade suficiente para se tornarem numa rolha natural, serão aproveitados para granulado com o objetivo de fazer rolhas técnicas.

Como referido anteriormente, na secção 2.1.2 (Extração da cortiça), a primeira etapa para a produção das rolhas naturais é o descortiçamento, que já foi explicado no capítulo mencionado.

Depois do descortiçamento, a cortiça sai do montado com destino ao estaleiro, onde irá estabilizar e desenvolver um teor de humidade uniforme. Após o período de repouso, as pranchas são separadas e selecionadas. Apenas as pranchas mais grossas vão ser transformadas em rolhas naturais, que são provenientes de uma só peça.

A etapa seguinte da produção denomina-se por cozedura das pranchas. Nesta etapa as pranchas de cortiça são cozidas em água a ferver num tanque de tratamento de alta tecnologia. Através deste tratamento, a cortiça torna-se mais regular e fácil de manusear.

De seguida, dá-se o processo de estabilização, que permite o repouso das pranchas. Com a estabilização, a cortiça não só obtém a consistência necessária para a sua transformação em rolhas, mas também atinge o seu teor de humidade ideal para o processamento de 14% [13, 14].

Após estabilização, dá-se então o processo de seleção das pranchas e rabaneação. As pranchas são separadas por classes de qualidade com base na espessura, porosidade e aspeto. De seguida, as pranchas são cortadas (rabaneadas) em tiras com uma largura ligeiramente superior ao comprimento da rolha a fabricar.

A brocagem é a etapa seguinte. Este é um processo que pode ser manual, semiautomático ou automático, e que consiste em perfurar as tiras de cortiça com uma broca dando já origem ao corpo da rolha.

Seguidamente, os lotes são sujeitos ao tratamento com o Super ROSA®. Este processo consiste numa destilação de vapor que permite a extração de componente voláteis, como é o caso do TCA, não alterando a matriz físico-química da rolha [15, 16].

O próximo passo do processo de produção de rolhas naturais será a retificação que servirá para obter as dimensões finais previamente especificadas e para que as rolhas adquiram um acabamento limpo e macio.

Após a retificação, dá-se o primeiro momento de seleção eletrónica, onde as rolhas são separadas por equipamentos que as classificam com base na qualidade visual. Estas classes são: Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º. Durante esta fase, além de serem definidas as classes são, também, eliminadas as rolhas com defeitos.

Seguidamente, a rolha sofre o processo Naturity®. Esta etapa tem como objetivo separar as moléculas de TCA da estrutura celular da cortiça, sendo por isso mais uma medida curativa para a contaminação da rolha com TCA [17, 18].

As rolhas seguem para as máquinas de SVE (Sistema de Vedação e Estanquicidade), onde se efetuam testes de pressão, para verificar se o ar é capaz de atravessar a rolha traduzindo a sua capacidade de vedação. As rolhas com capacidade vedante seguem para o próximo passo do processo e as que não vedam são rejeitadas [19].

Um segundo momento de escolha eletrónica é realizado, onde as rolhas são, uma vez mais, separadas mecanicamente, reforçando a decisão da primeira escolha eletrónica.

As rolhas NDtech, antes de sofrerem o processo de lavação, vão ser analisadas para a determinação do teor de TCA na rolha. Aqui são separadas em três grandes grupos, de acordo

com a concentração de TCA, onde serão rejeitadas caso possuam concentrações muito elevadas. Após esta rigorosa seleção, apenas as rolhas aprovadas seguem o processo de produção onde serão vendidas sob a marca NDtech.

Segue-se o processo de lavação e secagem das rolhas. Na lavação das rolhas, o teor de humidade é estabilizado, obtendo-se assim uma otimização da rolha como vedante e reduzindo, em simultâneo, a contaminação microbiológica.

O ROSA *Evolution*®, através de uma destilação com vapor, permite a secagem das rolhas e a redução de teores de compostos voláteis. Esta é mais uma medida para reduzir ao máximo os valores de TCA no produto final [15, 16].

Um último momento de escolha eletrónica é efetuado, reforçando uma vez mais as decisões das primeiras duas escolhas eletrónicas, e atribuindo as classes de qualidade visual finais à rolha.

A marcação é realizada de acordo com as indicações do cliente para o tipo de marca a aplicar. Esta pode ser realizada a impressão a tinta (de qualidade alimentar), a marcação a fogo ou a marcação a laser.

No tratamento da superfície, as rolhas são revestidas com produtos à base de silicones e parafina. Ambos são utilizados tanto para reduzir o atrito entre a rolha e a garrafa como para garantir a estanquidade da garrafa [14].

Por fim, dá-se o embalamento e o transporte/expedição das rolhas para o cliente.

Como se pode verificar, todo o processo de produção de rolhas naturais é bastante controlado para que o produto final que chega ao cliente tenha a melhor qualidade possível. Assim, a fiabilidade da tecnologia NDtech assume um papel muito importante para o sucesso da empresa, uma vez que a sua não conformidade poderá resultar numa perda de confiança do mercado. Com produções diárias de 230 000 unidades de rolhas, uma pequena perda de fiabilidade representa um enorme risco para a empresa, já que o número de rolhas não conformes seria elevado.

2.2 O 2,4,6-tricloroanisol (TCA)

Desde a sua origem até à utilização no engarrafamento, a cortiça está exposta a inúmeros fatores que afetam a qualidade sensorial da rolha e, conseqüentemente, do vinho. Estes defeitos sensoriais são os principais responsáveis pelas perdas económicas ocorridas na indústria vitivinícola. O gosto a mofo, é o principal defeito encontrado no vinho resultante do seu contacto com as rolhas de cortiça.

O gosto a mofo deve-se ao contacto do vinho com produtos ou atmosferas contaminadas por haloanisóis, mais especificamente cloroanisóis e bromoanisóis. Destes destacam-se o 2,4,6-Tricloroanisol (TCA), o 2,3,4,6-Tetracloroanisol (TeCA), o Pentacloroanisol (PCA) e o 2,4,6-Tribromoanisol (TBA) como principais contaminantes dos vinhos.

O aumento de problemas resultantes da contaminação de haloanisóis, mais especificamente do 2,4,6-tricloroanisol (TCA), atribuídos à rolha de cortiça desencadeou uma revolução no mercado, permitindo a entrada de vedantes alternativos, como vedantes sintéticos e cápsulas de rosca.

Para tentar contrariar este facto e dar a volta ao mercado, a indústria corticeira faz um grande esforço e investimento para desenvolver e implementar medidas para prevenir, eliminar e controlar este composto nas rolhas de cortiça.

2.2.1 Origem e mecanismos de formação de TCA

Os anisóis são compostos orgânicos que têm na sua estrutura um éter ligado a um anel aromático e a um grupo metilo. Assim sendo, os haloanisóis são anisóis com halogéneos na sua estrutura, podendo ser constituídos por átomos de cloro, bromo, iodo ou flúor. A formação destes compostos é resultado de um mecanismo de defesa de alguns microrganismos na presença de ambientes com halofenóis [20].

Os clorofenóis são um produto resultante da reação direta da degradação da lenhina e de açúcares que contêm cloro, presentes no meio ambiente. Podem também ser originados a partir de compostos organoclorados que estão presentes em pesticidas, desinfetantes, etc. Atualmente, a sua utilização está proibida pela União Europeia, uma vez que são considerados compostos com alguma toxicidade para a saúde humana [15].

Os cloroanisóis, como é o caso do TCA, são formados a partir da reação de biometilação dos clorofenóis, que ocorre no meio ambiente, mediada por fungos que crescem na cortiça. A biometilação dá-se a partir da ação da enzima, clorofenol O-metiltransferase (CPOMT), que transforma os clorofenóis perigosos para a saúde humana em cloroanisóis, compostos que não constituem qualquer tipo de perigo para os microrganismos [21].

Estes mecanismos de formação dos cloroanisóis, mais concretamente o mecanismo de formação do TCA, estão representados na figura 2.4.

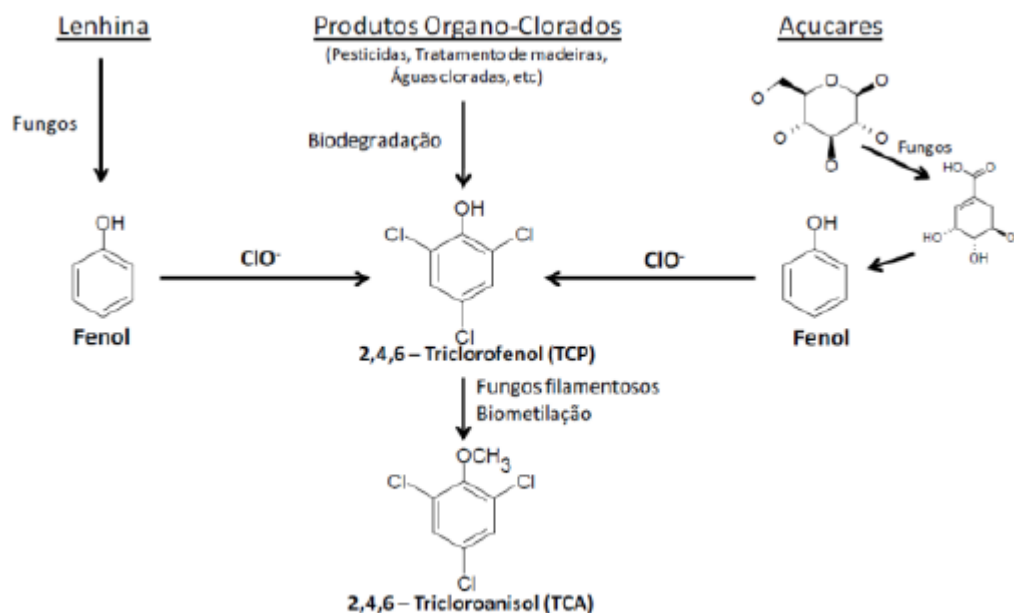


Figura 2. 4 - Representação do mecanismo de formação do TCA [21]

O TCA, como já referido anteriormente, tem sido apontado como o principal responsável pelo “gosto a mofo”, isto deve-se à sua perceção sensorial muito baixa.

O TCA é um composto quimicamente estável, presente na natureza e também presente na madeira, vinho, água, solo, cortiça, etc. Não é degradado ao longo do tempo, e

pode alterar sensorialmente os vinhos mesmo em concentrações muito baixas. O TCA é muito volátil, o que significa que pode migrar com facilidade para a fase gasosa durante o processo de tratamento da cortiça. Além disso, é um composto apolar com grande afinidade para os lípidos tais como os que são encontrados na cortiça [8, 10].

Embora apresente um sabor desagradável, não tem qualquer tipo de efeito sobre a saúde humana. No caso dos vinhos, o seu limite de perceção sensorial varia de acordo com o consumidor, o tipo de vinho e a ocasião em que este é consumido, sendo sempre da ordem dos ppt (partes por trilião).

A origem do TCA na cortiça é de responsabilidade antropogénica, nomeadamente devido à utilização de produtos químicos que continham clorofenóis para a desinfeção e esterilização de várias indústrias. Devido aos seus baixos custos e à sua facilidade de fabricação, estes produtos foram utilizados durante vários anos o que resultou no espalhamento deste composto por vários ecossistemas.

Embora atualmente seja pouco comum, também a lavação e esterilização da cortiça com compostos clorados, transforma fenóis provenientes da lenhina em clorofenóis, o que provoca a formação de TCA [21].

2.2.2 Contaminação e migração do TCA para os vinhos

A contaminação do vinho por haloanisóis, mais concretamente com TCA, tem sido associada exclusivamente às rolhas de cortiça. Mas, já se comprovou que a contaminação pode ser proveniente de outras fontes, nomeadamente do contacto direto com produtos e atmosferas contaminadas.

Quando uma rolha de cortiça chega a uma cave duas coisas podem acontecer. Ou a rolha já está contaminada, o que geralmente resulta de prévia contaminação da árvore de onde esta rolha foi obtida ou, na cave, há absorção de TCA do ambiente e consequentemente a rolha absorve-o e pode vir, depois de introduzida na garrafa, a ser fonte de contaminação para o vinho [22].

O TCA é de difícil remoção devido às características da cortiça como a impermeabilidade a gases e líquidos e a sua capacidade de isolamento térmico.

Os dois tipos de forças de ligação que atraem as moléculas de TCA à matriz da cortiça são as forças de *Van der Waals* e as pontes de hidrogénio. O TCA é, então, mais atraído para o etanol do que para a cortiça, o que significa que quando a cortiça contaminada com TCA entra em contacto com o vinho, as moléculas de TCA separam-se da matriz da cortiça e migram para o próprio vinho [8].

Esta transmissão da cortiça para o vinho depende de vários fatores, tais como a solubilidade dos compostos, a sua afinidade para a superfície da rolha e a velocidade de migração na cortiça.

Os aspetos de maior importância na migração do TCA são a sua localização na rolha, e a sua orientação. Apenas quando uma superfície contaminada de cortiça entra em contacto direto com o vinho ou com a atmosfera gasosa localizada entre a rolha e o vinho – denominada por *headspace* - é que é passível a transferência de TCA. Ou seja, mesmo que uma rolha esteja contaminada com TCA numa extremidade, se essa extremidade não entrar em contacto com o vinho ou o *headspace*, não existe transferência de TCA para o vinho [10, 15, 20].

Assim, por existirem tantas formas e fontes de contaminação, o controlo dos fatores que tornam a contaminação efetiva são muito exigentes. A indústria corticeira embarcou num combate ao TCA, tomando medidas preventivas, curativas e de controlo de qualidade, a fim de diminuir as contaminações e elevar a qualidade dos produtos finais obtidos.

Nesse sentido, a Amorim Cork aposta continuamente na Qualidade e Investigação & Desenvolvimento e Inovação, com o objetivo da validação científica dos processos de produção e da melhoria da qualidade das rolhas produzidas.

2.2.3 Medidas de combate ao TCA

Para combater o grande problema que é a contaminação por TCA nas rolhas, a indústria corticeira desenvolveu técnicas preventivas, curativas e de controlo do TCA para aumentar a qualidade das rolhas produzidas.

De forma a prevenir ao máximo a contaminação da cortiça com TCA, a Amorim Cork, seguindo o Código Internacional das Práticas Rolheiras, implementou várias medidas preventivas. Delas destacam-se: a rastreabilidade da matéria-prima e a monitorização de todo o processo de produção; arejamento das águas durante a armazenagem; vaporização das pranchas de cortiça e a substituição de paletes de madeira por paletes de metal, visto que a madeira acumula TCA [20, 23].

No que diz respeito a medidas curativas, a Amorim Cork apostou no departamento de I&D+i de modo a inovar e criar métodos de eliminação do TCA. Com este objetivo em mente, foram desenvolvidos e patenteados métodos bastante eficazes. Muitas foram as tecnologias desenvolvidas pela Amorim Cork, mas as que se focam no tratamento das rolhas naturais e são utilizadas no processo produtivo, é que vão ser abordadas neste capítulo.

Uma das tecnologias mais importantes patenteadas pela Amorim Cork, foi o *Rate of Optimal Steam Application* (ROSA®). A partir desta tecnologia foram feitos melhoramentos que originaram, primeiramente, o ROSA® *Evolution* e, conseqüentemente, o Super ROSA®. Estas tecnologias baseiam-se num processo de destilação com uma corrente de vapor controlada, que permite a extração dos compostos voláteis, como o TCA, mantendo sempre as propriedades físico-químicas da rolha. Estas tecnologias são aplicadas a discos e rolhas de cortiça natural [15, 16, 24].

Ainda com o objetivo da erradicação de TCA nas rolhas de cortiça, a Amorim Cork, desenvolveu mais recentemente a tecnologia *Naturity*®. Esta tecnologia baseia-se no princípio da dessorção térmica do TCA através de uma utilização própria e não sequencial da pressão, temperatura, água purificada e tempo. Através deste tratamento, as rolhas produzidas apresentam uma concentração de TCA não detetável [17, 18].

2.2.3.1 Medidas de controlo de qualidade

Como medida de controlo de qualidade, a análise sensorial de macerações hidroalcoólicas de rolhas de cortiça era o procedimento realizado. Embora este procedimento seja realizado apenas por pessoas especializadas, como seria de esperar existe sempre o fator de erro humano, ou seja, os resultados serão sempre influenciados não só pela sensibilidade do analista, como do tipo de vinho em análise.

De forma a contrariar estas limitações, o departamento de I&D+i, desenvolveu um novo método de análise de TCA. Para tal, recorreu-se à técnica de maceração composta que representa uma combinação da microextração em fase sólida (*Solid Phase Microextraction – SPME*) com a cromatografia em fase gasosa (*Gas Chromatography - GC*), com deteção por espectrometria de massa (*Mass Spectrometer – MS*), ou por captura de eletrões (*Electron Capture Detector – ECD*).

A cromatografia em fase gasosa permite a separação e análise de misturas voláteis. A cromatografia gasosa em relação à cromatografia líquida tem maior sensibilidade e eficiência, sendo por isso a utilizada para se proceder à quantificação do TCA nas rolhas de cortiça [10, 25].

A amostra é vaporizada e introduzida num fluxo de gás denominado por fase móvel ou gás de arraste, este tem como objetivo conduzir a amostra até ao detetor, e pode ser hidrogénio, hélio, azoto ou argon. Quando a mistura chega à coluna cromatográfica, que contém a fase estacionária, vai ocorrer a sua separação, pois os diferentes componentes da mistura têm tempos de retenção diferentes, possibilitando assim a sua distinção.

Uma representação esquemática do processo de cromatografia gasosa está apresentada na figura 2.5.

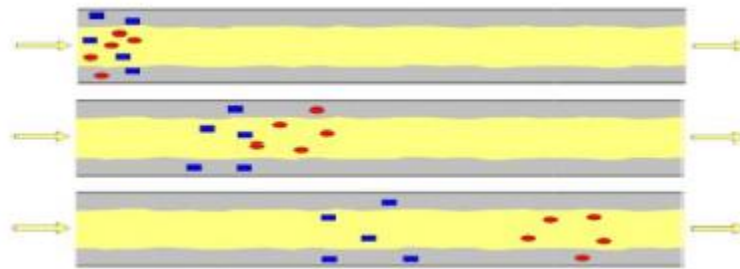


Figura 2. 5 - Representação esquemática do funcionamento de uma coluna capilar em GC [5]

Quando os componentes chegam ao detetor, este gera um sinal elétrico proporcional à concentração de cada componente presente na amostra. Cada amostra vai originar um cromatograma, que regista o sinal elétrico desta em função do tempo. Os diferentes componentes são representados por picos específicos, com área proporcional à sua concentração, conseguindo-se obter uma análise quantitativa [10, 15].

Tanto os detetores de MS como os detetores de ECD são bastante utilizados na indústria corticeira na quantificação de TCA. Mas visto que o detetor ECD, apresenta uma sensibilidade muito superior a compostos halogenados, como é o caso do TCA, vai ser a escolha apropriada para a deteção de TCA nas rolhas, visto que consegue obter limites de deteção e quantificação inferiores [15, 25].

No detetor ECD – representado na figura 2.6, existe um emissor que ioniza a fase móvel através da corrente entre dois eléctrodos. Quando as moléculas se deslocam através do detetor, as com maior afinidade para capturar os electrões saem da coluna, o que provoca uma redução na corrente eléctrica. Esta redução é representada em forma de picos no cromatograma, onde a área de cada um permite a quantificação dos compostos presentes na amostra [10, 15, 26].

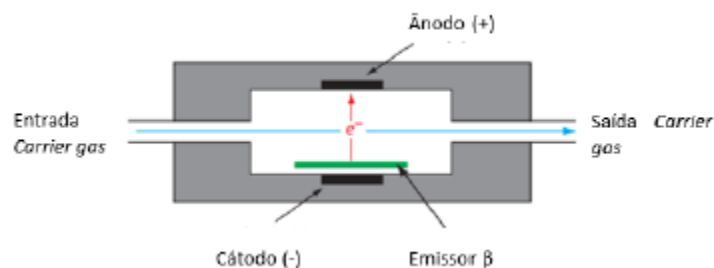


Figura 2. 6 - Representação esquemática de um detetor ECD [15]

A análise por SPME-GC-ECD (figura 2.7) é, como já foi referida, a técnica utilizada para efetuar o controlo da qualidade da cortiça. Neste método de análise, são maceradas rolhas de cortiça numa solução etanólica a 12%, como o objetivo de simular o vinho. O TCA extraível do resultado da maceração, vai ser analisado posteriormente por GC, onde são detetadas concentrações de TCA superiores a 0,5 ng/L. Cada amostra apresenta um tempo total de análise de 15 minutos, o que constitui a maior desvantagem deste método. Em contrapartida, tem a grande vantagem de quantificar o valor real de TCA de cada amostra, quando comparado com as análises sensoriais [10, 26].

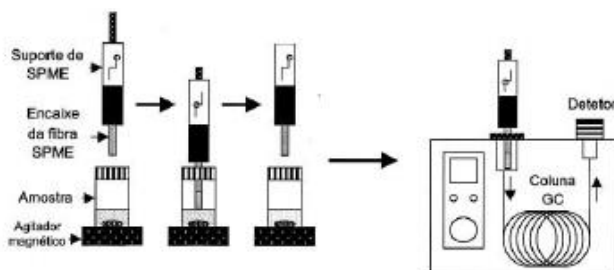


Figura 2. 7 - Representação esquemática do processo de HS-SPME [25]

2.3 A tecnologia NDtech

2.3.1 A história do NDtech

O desenvolvimento da tecnologia NDtech, foi um processo longo e que passou várias etapas. O grande objetivo da Amorim Cork era o de desenvolver um equipamento capaz de analisar TCA com um limite de quantificação de 0,5 ng/L, em tempo curto de forma a ser possível implantar a tecnologia em produção.

O primeiro passo foi a criação um protótipo laboratorial, que foi comparado com o método já existente, SPME-GC-ECD, sendo que das rolhas analisadas no novo protótipo cerca de 98% das rolhas com concentrações de TCA superiores a 5 ng/L foram detetadas [16, 20]. Tendo em conta estes resultados, um novo protótipo, produzido à escala industrial funcional de forma autónoma, foi desenvolvido e otimizado, dando origem à Máquina de

Deteção Individual (MDI). Com a MDI, foi possível a deteção de todas as rolhas com concentração de TCA superior a 5 ng/L, com um tempo de análise de 20 segundos [22, 26].

Face a estes resultados promissores, a Amorim Cork continuou a apostar na otimização da MDI, tentando baixar ainda mais o limite de deteção (LD) e dando origem à segunda geração do equipamento, a MDI *Evolution*. A diferença entre as duas gerações consiste na maior robustez e menor complexidade mecânica da segunda geração, tendo como consequência uma melhor estanquidade de oxigénio. Um dos fatores que fazem diminuir a sensibilidade do detetor é a evacuação incompleta do ar no interior das câmaras de incubação. O que significa que como a MDI *Evolution* apresenta uma maior a estanquidade do oxigénio, a segunda geração do equipamento conseguiu um LD menor [20, 26].

Foi com o objetivo de conseguir uma análise individual ao maior número de rolhas com um LD mais baixo possível que a Amorim Cork criou e desenvolveu o NDtech – figura 2.8, uma tecnologia de análise das rolhas naturais de cortiça. O desempenho do NDtech foi validado por entidades líderes mundiais em investigação associada à indústria do vinho como *Geisenheim University*, na Alemanha, e o *Australian Wine Research Institute* [27].



Figura 2. 8 - Linhas de produção do NDtech

O NDtech é uma tecnologia com um ciclo de análise individual de 15 segundos, onde qualquer rolha que apresente uma concentração de TCA superior a 0,5 ng/L é detetada, o que

significa que todas as rolhas processadas com recurso a esta tecnologia têm garantia de TCA não detetável.

Neste equipamento, existe um sistema automático de alimentação de rolhas a um sistema de incubação, onde o TCA é volatilizado. Posteriormente, a deteção é feita a partir de um detetor ECD, já que é o tipo de deteção ideal para compostos como o TCA. Como produto desta análise, obtém-se um cromatograma onde é possível identificar o pico do TCA, caso esteja presente na amostra, sendo que os valores de concentração são obtidos por integração desse pico, devolvendo o resultado em mV.s.

Uma das grandes vantagens desta tecnologia, além do seu tempo de análise e limite de quantificação, é que representa a realidade de contaminação das rolhas de cada lote. Ao contrário do que se verificava anteriormente, onde era realizada apenas uma avaliação geral do lote de rolhas de cortiça, levando à obtenção de um valor médio de TCA do lote e não do valor real de cada rolha.

Com todas estas qualidades, o NDtech responde às exigências do mercado, sobretudo para satisfazer as necessidades dos produtos de vinho de maior qualidade.

2.3.2 Componentes do NDtech

Cada equipamento do NDtech é constituído por três módulos: um módulo de alimentação/extração, um módulo de incubação e um módulo de análise.

Módulo de alimentação

O módulo de alimentação é composto por um auto-analisador com funções de alimentação e extração das rolhas, onde os seus movimentos estão de acordo com a abertura e fechamento das câmaras de incubação.

Módulo de incubação

O módulo de incubação inicia-se com um pré-incubador que inclui um sistema rotativo concebido para 16 rolhas. Depois do pré-incubador, encontram-se 8 câmaras de incubação dispostas horizontalmente, para aumentar a exposição ao gás de arraste. As câmaras de incubação vão ser aquecidas eletricamente e a temperatura vai ser controlada por um controlador PID (proporcional, integral e derivativo).

A amostra segue para uma válvula de 8 vias, cuja único objetivo é selecionar a câmara onde a amostra será injetada através da *transfer-line*, enquanto nas outras 7 câmaras vão ser realizada purgas.

Através da *transfer-line*, a amostra vai chegar ao forno cromatográfico que contém: uma ventoinha; uma válvula de diafragma; duas válvulas de rotação - *STF* (*Trapping/flow – through Selectors*) e *SC* (*Commun outlet Selectors*) - para selecionar a coluna em análise e 8 colunas cromatográficas.

A válvula de diafragma apresenta duas posições: a posição *load* impede a amostra de passar, ficando a amostra num *loop* cromatográfico; quando a válvula se encontra na posição *inject*, a válvula relaxa e a amostra segue para as colunas cromatográficas.

De seguida, encontram-se as duas válvulas de rotação. A válvula *STF* é a responsável por controlar em qual das colunas a amostra vai ser introduzida, sendo que nas restantes colunas é efetuada uma limpeza através da injeção de azoto. A válvula *SC* é a que permite que a amostra passe das colunas para o detetor ECD [10, 15].

Módulo de análise

O módulo de análise é constituído pelo detetor ECD, que como visto anteriormente, mede a variação do sinal elétrico produzido, originando um cromatograma para cada amostra analisada.

Por fim, existe um sistema de aquisição de dados que controla o equipamento. O software instalado regista os picos obtidos de cada amostra nas diferentes colunas, e faz a respetiva integração, determinando a concentração de TCA presente na rolha em mV.s.

2.3.3 Funcionamento do NDtech

O processo da análise de uma rolha pelo NDtech, é iniciado pela ação de um robô que coloca as rolhas em linha, ficando disponíveis para serem enviadas para o sistema. Como forma de controlo, existem sensores que detetam a presença/ausência de rolhas.

O primeiro passo é a inserção das rolhas nos pré-incubadores, onde ficam durante 3 minutos em pré-incubação. Terminado este tempo, a rolha vai ser transportada para a câmara de análise, onde são submetidas a um fluxo de azoto – *carrier gas* - de 25 mL/min ficando mais 2 minutos em incubação a 140 °C. A incubação da rolha tem como principal objetivo a volatilização do TCA da rolha [10].

A amostra proveniente do processo de incubação é enviada para a *stream valve*, passando pela *transfer-line* até chegar à válvula de diafragma, que admite duas posições: *load* e *inject*.

Em *load*, a válvula pressuriza o diafragma, concentrando a amostra num *loop* cromatográfico. A válvula fica nesta posição durante 12 segundos, que é o tempo necessário para perfazer todo o volume do *loop* com a amostra. A válvula muda para a posição *inject*, quando acaba este período, relaxando o diafragma transportando toda a amostra para a pré-coluna.

Antes de entrar na coluna cromatográfica, a amostra passa pela pré-coluna onde ocorre a separação parcial do TCA das moléculas com maior peso molecular. A pré-coluna é pré-programada para que a molécula de TCA passe ao fim de 3 segundos, o que significa que todas as moléculas que passam depois são moléculas mais pesadas que não são relevantes para a quantificação final [15].

Após passagem na pré-coluna, apenas a primeira porção a amostra chega à coluna analítica. Uma vez que após a primeira porção a amostra passar, a válvula STF - que seleciona a coluna onde a amostra vai ser injetada – roda e redireciona o resto da amostra para uma coluna de lixo. Este procedimento permite um fluxo contínuo da produção, pois elimina as paragens do sistema onde se realizavam as limpezas das colunas [15].

O cromatógrafo do equipamento é constituído por 4 colunas cromatográficas, e estas trabalham em conjunto para que se consiga obter um fluxo contínuo em que as análises em cada coluna são desfasadas de 15 segundos. Ou seja, enquanto numa coluna se está a realizar a separação dos compostos, na coluna seguinte a amostra já está a ser injetada.

Depois de cada coluna existe uma válvula SC, que seleciona qual das colunas está em contacto com o detetor, realizando-se uma purga nas restantes. Esta válvula permite ao sistema fazer um processo de *heatcutting*. Este processo permite que a válvula SC alinhe a coluna que contém a amostra com a purga, enquanto os compostos com menor tempo de retenção, relativamente ao TCA, estão a ser enviados. Mesmo antes do TCA atingir o fim da coluna, a válvula SC roda, ficando a coluna em contacto direto com o detetor. Desta forma, apenas a fração da amostra que contém o TCA atinge o detetor [15].

Finalizada a análise, o software divide as rolhas em três grandes grupos consoante a valor da área do pico de TCA. O robô transporta a rolha para o respetivo tapete de saída, que corresponde ao grupo em que a rolha analisada se insere. As rolhas, depois do tapete, são colocadas em cestos, onde cada um é alusivo a um grupo de classificação de rolhas diferente.

As rolhas aprovadas seguem para a próxima etapa do procedimento da produção das rolhas naturais, sendo vendidas com a segurança que cada uma delas possui um teor de TCA não detetável.

2.3.4 Classificação das rolhas naturais NDtech

Depois do sinal detetado no software, em mV.s, e respetiva integração da área do pico que devolve a concentração de TCA em cada rolha, esta vai ser categorizada num de três grupos, como referido anteriormente.

Caso a concentração em mV.s esteja entre 0 e 6 mV.s, a rolha vai ser classificada como grupo 1 (G1). Se a sua concentração estiver entre 6 e 25 mV.s, passará a ser classificada como grupo 2 (G2). Caso a concentração de TCA seja superior a 25 mV.s, a rolha será classificada como grupo 3 (G3).

Perante este resultado, o braço mecânico recolhe a rolha e transporta-a até um tapete específico, que a conduz ao cesto correspondente ao seu grupo de classificação.

As rolhas classificadas como G1 consideram-se livres de TCA ou com TCA não detetável, pois encontram-se abaixo do limite de quantificação de 0,5 ng/L. As rolhas G2 podem ou não estar contaminadas, e por isso todas as rolhas incluídas nesse grupo são sujeitas a tratamento pelo método ROSA® com o intuito de reduzir a quantidade de TCA. Após tratamento, estas rolhas são repassadas no NDtech. Por último, as rolhas G3 são rejeitadas.

Apenas as rolhas classificadas como G1, o que significa que são consideradas rolhas com TCA não detetável, seguem para o próximo passo do processo produtivo e são entregues ao cliente. Após esta rigorosa seleção, as rolhas são expedidas sob a marca NDtech, um produto premium, onde os clientes têm a garantia de uma rolha livre de TCA.

Desta forma, a tecnologia NDtech é uma ferramenta de controlo de qualidade, que além de melhorar as tomadas de decisão em termos de tempo, é também capaz de ultrapassar as limitações de outros métodos de controlo do TCA, uma vez que se efetua uma análise individual.

3. Metodologia experimental

Sendo o objetivo desta dissertação estudar a influência da humidade e da temperatura na fiabilidade do NDtech, foi necessário não só analisar os dados de temperatura e da humidade ambientes no NDtech, mas também calcular os valores da fiabilidade associados a cada linha de produção, durante os meses de maio, junho e julho.

O NDtech é composto por 10 linhas de produção, mas apenas 8 delas estiveram em funcionamento durante a duração do estágio curricular. Por isso, o alvo do estudo para a obtenção de resultados, foram as linhas 3 a 10 do NDtech, visto que a linha 1 e 2 não se encontravam em modo de produção.

3.1 Obtenção de resultados de humidade e temperatura ambientais do NDtech

Com o objetivo de monitorizar a humidade e a temperatura ambientes no NDtech, foram instalados 3 sensores que permitem a leitura destes parâmetros a cada 15 minutos, durante as 24 horas do dia. Estes sensores estão distribuídos pelo NDtech, como se pode verificar na figura 3.1, conseguindo-se uma leitura real e geral de toda a área.

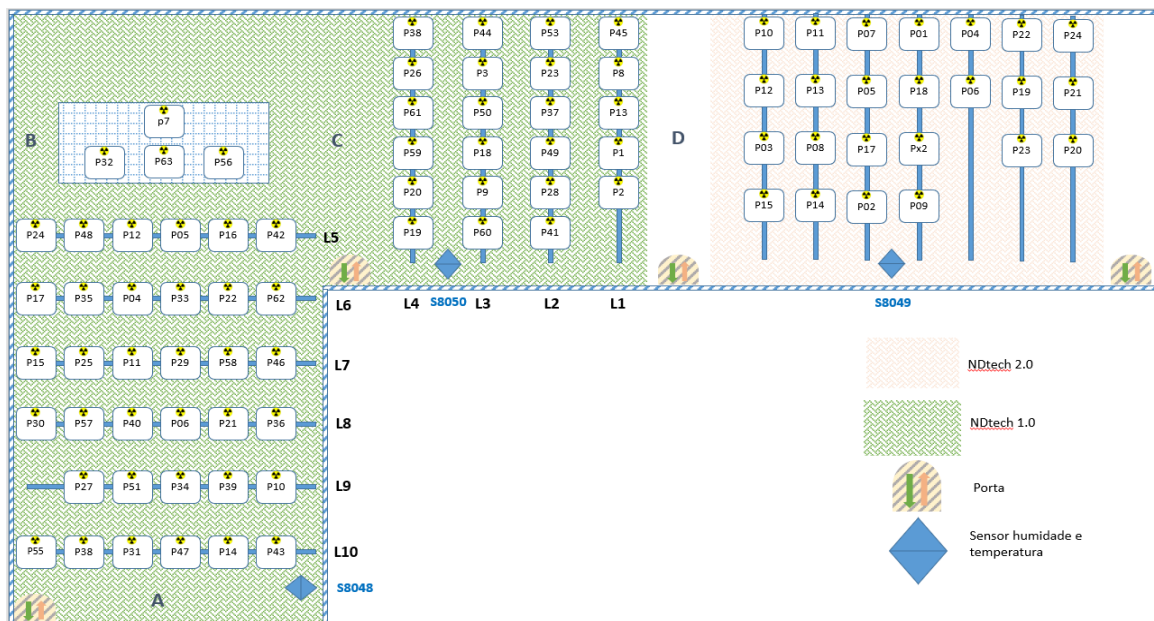


Figura 3. 1 - Representação da planta do NDtech e respetivos sensores

Analisando a figura 3.1, os sensores 8048, 8049 e 8050 encontram-se dispostos nas pontas e no meio da área do NDtech para que se consiga ter uma visão geral da humidade e da temperatura ambientes do espaço.

Como mencionado anteriormente, apenas as linhas que se encontram em modo de produção foram sujeitas ao tratamento de dados, ou seja, apenas as linhas 3 a 10 vão ser monitorizadas, pois o resto das linhas do NDtech 1.0 e todo o NDtech 2.0 não se encontram em modo de produção.

De forma a se obter os resultados mais precisos possíveis e, uma vez que quando se passa no NDtech se sente um gradiente de temperatura, calculou-se a humidade e a temperatura de cada linha de produção usando uma média ponderada entre os sensores, tendo em conta a distância de cada linha ao sensor. Como o sensor 8049 se encontra a uma distância considerável das linhas 3 a 10, este não será utilizado na ponderação, pois os dados que este sensor vai ler não vão traduzir a realidade das linhas em estudo. As ponderações utilizadas para o cálculo da humidade e temperatura de cada linha, estão representadas na tabela 3.1.

Tabela 3. 1 - Ponderação de cada sensor do NDtech utilizada para o cálculo da humidade e da temperatura de cada linha

Linha	Ponderação do Sensor 8048	Ponderação do Sensor 8050
3	-	1
4	-	1
5	1/6	5/6
6	2/6	4/6
7	3/6	3/6
8	4/6	2/6
9	5/6	1/6
10	1	-

Os fatores de ponderação da tabela 3.1, resultaram de uma medição da distância de cada linha a cada sensor envolvido. Como se pode verificar pela figura 3.1, as linhas de

produção têm iguais distâncias entre si, e como apenas dois dos três sensores foram utilizados para este cálculo, as ponderações usadas foram as que refletiam de forma mais precisa a razão de distância linha/sensor, tendo em conta a planta do NDtech.

Sendo que as linhas 3 e 4 se encontram equidistantes e diretamente por baixo do sensor 8050, de forma que o cálculo da humidade e da temperatura de cada linha se assemelhe o mais possível à realidade, apenas o sensor 8050 terá influência no cálculo para estas linhas. O mesmo vai acontecer com o sensor 8048 na linha 10.

No caso da linha 6, por exemplo, como se encontra mais perto do sensor 8050 do que do 8048, o cálculo de humidade e temperatura, vai ser maioritariamente influenciado pelo sensor 8050, resultando num fator de 4/6 para este sensor e de 2/6 para o sensor 8048.

A partir destas ponderações, consegue-se calcular a humidade e a temperatura de cada linha de produção do NDtech. Sendo que cada sensor permite leituras destes parâmetros a cada 15 minutos do dia, é possível monitorizar a cada 15 minutos a humidade e temperatura de cada linha.

Os dados da leitura de cada sensor foram exportados para uma base de dados *Power BI*, criada com o objetivo de se conseguir monitorizar estes parâmetros e estudar as suas oscilações no decurso do tempo.

A partir da extração dos dados de humidade e temperatura de cada dia, através do *Power BI*, e tendo em conta o cálculo necessário para cada linha, foi possível estudar estes parâmetros durante os meses de maio até julho.

Dos dados extraídos diariamente, o que interessa para posterior estudo e análise serão a humidade e temperatura máxima e mínima de cada dia. Ou seja, a cada linha diariamente vão ser associados quatro valores: humidade máxima e mínima e temperatura máxima e mínima. No Anexo A, encontra-se um exemplo de cálculo da humidade e temperatura das linhas, referentes ao dia 1 de maio de 2022, sendo que os valores referentes ao resto dos dias dos meses de maio até julho, foram calculados da mesma maneira.

Os dados provenientes deste estudo vão ser relacionados com os dados de fiabilidade correspondentes aos mesmos meses, para se encontrar a possível influência da humidade e da temperatura ambientes na fiabilidade do NDtech.

3.2 Obtenção dos resultados da fiabilidade do NDtech

3.2.1 Forma de cálculo da fiabilidade esperada no NDtech

A fiabilidade do NDtech é, normalmente, calculada através da comparação entre os valores obtidos pelo NDtech e os resultados obtidos no laboratório do departamento do I&D+i através de técnicas de maceração. A desvantagem desta métrica da fiabilidade é que tem uma amostra reduzida, cerca de 20 amostras por dia para cada linha. Sendo assim, houve a necessidade de encontrar uma nova métrica, que avaliasse a performance da tecnologia NDtech com uma amostra mais significativa.

Utilizando os dados da produção do NDtech, onde a única variável de estudo é a área dos picos de TCA obtidos a partir dos cromatogramas, formulou-se uma nova forma de cálculo para a fiabilidade esperada. Esta nova forma percebe a fiabilidade esperada como um produto de dois fatores de risco, a quantidade real do grupo G3 e a existência de erros associados à contaminação de câmaras e colunas por TCA originando *carry-overs*.

O *carry-over* é um erro que pode resultar de duas formas diferentes, ou seja, existem dois tipos de *carry-over*: o de câmara e o de ciclo.

Um *carry-over* de câmara acontece devido a problemas associados ao escoamento da amostra. Isto pode ocorrer devido à má vedação das câmaras ou através do bloqueamento parcial de um tubo do equipamento com partículas de TCA. A amostra que está a ser analisada numa determinada câmara, até chegar ao detetor, tem de percorrer um certo caminho. Se por alguma razão, durante este caminho, houver algum problema que cause um bloqueamento parcial do tubo, parte da amostra poderá ficar retida. Caso seja uma amostra contaminada com TCA que está a ser analisada na câmara 1, por exemplo, e que fique retida no tubo, quando a válvula SC alinhar com a coluna seguinte e começar a análise, parte da amostra contaminada proveniente da câmara 1 ainda estará presente e será arrastada juntamente com a nova amostra para o detetor. Este erro traduz-se numa leitura errada da concentração real de uma rolha.

Um *carry-over* de ciclo é um erro com origem em problemas físicos. Uma das principais causas de um *carry-over* de ciclo é, por exemplo, quando a rolha a analisar deixa

para trás vestígios de cortiça contaminada. Quando é adicionada uma nova rolha à câmara de incubação num ciclo seguinte, como esta contém vestígios da rolha antiga contaminada com TCA, a concentração desses vestígios vai influenciar na determinação da quantidade de TCA da rolha nova. Sendo assim, este erro origina, também, uma leitura errada da concentração real das rolhas.

A fiabilidade de uma máquina nas condições ideais deveria ser 100%, quando não existe qualquer tipo de fator de risco associado. Sendo assim, à fiabilidade de 100% da tecnologia NDtech será retirado o fator de risco, proveniente da quantidade real do grupo G3 e da existência de *carry-overs*, o que nos devolve a fiabilidade esperada de cada linha do NDtech.

3.2.2 Cálculo e quantificação dos fatores de risco

O cálculo da fiabilidade esperada, como dito anteriormente, utiliza os dados da produção do NDtech, sendo por isso, necessária a sua extração diária. Acedendo a uma base de dados SQL, *Azure Data Studio*, é possível retirar informações fundamentais como informações de lotes, classes, número de linha e colunas, a hora da análise e, o mais importante, a concentração dos picos de TCA de cada rolha analisada em cada unidade de cada linha do NDtech.

Os dados extraídos são encaminhados posteriormente para uma folha de cálculo *Excel*, que permite através dos dados de concentração de TCA, quantificar a percentagem de grupo G3 e de *carry-overs* que existem em cada uma das unidades de cada linha de produção do NDtech.

Na figura 3.2, apresenta-se um exemplo de folha de cálculo referente à unidade 3 da linha 3 do dia 6 de maio de 2022.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	PUnit	Chamber	AnalTime	PeakValue	Line	PeakTime	Mode	C.O. Cam	C.O. Ciclo								
2	Unit 03	7	06/05/2022 00:00	2,22	3	4,7	Production				Área TCA maior que:	6					
3	Unit 03	8	06/05/2022 00:00	9,3771	3	4,9	Production	64%			C.O. câmara é maior que:	50%					
4	Unit 03	1	06/05/2022 00:00	6,0384	3	4,4	Production				C.O. ciclo é maior que:	50%					
5	Unit 03	2	06/05/2022 00:00	64,889	3	5,1	Production		12%								
6	Unit 03	3	06/05/2022 00:01	4,02	3	5,3	Production										
7	Unit 03	4	06/05/2022 00:01	1,9067	3	3,4	Production										
8	Unit 03	5	06/05/2022 00:01	2,6064	3	3,4	Production										
9	Unit 03	6	06/05/2022 00:01	0	3	3,4	Production										
10	Unit 03	7	06/05/2022 00:02	1,244	3	3,4	Production										
11	Unit 03	8	06/05/2022 00:02	1,288	3	3,4	Production										
12	Unit 03	1	06/05/2022 00:02	5,0664	3	4,7	Production										
13	Unit 03	2	06/05/2022 00:02	7,4778	3	4,8	Production										
14	Unit 03	3	06/05/2022 00:03	3,136	3	4,8	Production										
15	Unit 03	4	06/05/2022 00:03	4,738	3	5	Production										
16	Unit 03	5	06/05/2022 00:03	8,8176	3	5,2	Production										
17	Unit 03	6	06/05/2022 00:03	2,9348	3	5	Production										
18	Unit 03	7	06/05/2022 00:04	0,618	3	3,4	Production										
19	Unit 03	8	06/05/2022 00:04	0	3	3,4	Production										
20	Unit 03	1	06/05/2022 00:04	1,1064	3	3,4	Production										
21	Unit 03	2	06/05/2022 00:04	0	3	3,4	Production										
22	Unit 03	3	06/05/2022 00:05	0	3	3,4	Production										
23	Unit 03	4	06/05/2022 00:05	0	3	3,4	Production										
24	Unit 03	5	06/05/2022 00:05	0,1992	3	3,4	Production										
25	Unit 03	6	06/05/2022 00:05	0	3	3,4	Production										
26	Unit 03	7	06/05/2022 00:06	0	3	3,4	Production										
27	Unit 03	8	06/05/2022 00:06	0	3	3,4	Production										

Câmara	Média	G1	G2	G3	C.O. > 50%	C.O.C.S. > 50%
1	7,05	295	260	9	48	43
2	6,84	352	196	16	30	33
3	5,51	406	149	10	33	14
4	5,36	392	165	7	46	14
5	7,01	300	254	11	51	38
6	6,06	388	172	5	30	28
7	6,07	399	160	8	37	21
8	5,86	365	196	5	64	26

Coluna	Média
1	7,03
3	6,45
5	5,79
7	5,61
Média Geral	6,22

Soma de carry-overs	556
% C.O. no total	12,30%

Total de G3's	71	71
Total	4520	4520
% G3's no total	1,57%	1,57%

Figura 3. 2 - Exemplo da folha de cálculo desenvolvida para quantificação dos fatores de risco

Nesta folha de cálculo, são apresentados os dados de produção diária de uma unidade de cada linha. A partir da organização dos dados, é possível calcular as médias de concentração de TCA em cada câmara e em cada coluna. Consegue-se ainda calcular a quantidade de grupos G1, G2 e G3 dessa unidade, tendo em conta que para a quantificação de grupos G1 são contabilizadas as rolhas com uma concentração inferior a 6 mV.s, para a quantificação de grupos G2 são contabilizadas rolhas com concentrações entre 6 e 25 mV.s, e grupos G3 são as rolhas com concentrações superiores a 25 mV.s.

O cálculo dos dois tipos de *carry-over*, incide apenas nas rolhas com uma concentração superior a 6 mV.s. Só a partir deste valor é que o TCA é considerado, valores abaixo têm $TCA < 0,5 \text{ ng/L}$.

Assim, para o cálculo do *carry-over* de câmara, calcula-se a razão de amostra que passou de uma câmara para a seguinte, caso a amostra precedente tenha uma concentração superior à seguinte e ambas sejam superiores a 6 mV.s. No *carry-over* de ciclo, a linha de pensamento é igual, mas o cálculo realiza-se ao mesmo número de câmara em ciclos diferentes, em que apenas é realizado o cálculo da razão entre concentrações caso a amostra do ciclo precedente seja superior ao ciclo seguinte e ambos tenham uma concentração

superior a 6 mV.s. Na figura 3.3, encontra-se um exemplo para cada um dos tipos de *carry-over*, que por reunirem as condições em cima explicitadas, apresentam uma percentagem na coluna de cálculos dos *carry-overs* (C.O. cam e C.O. ciclo) que traduz o quociente entre as concentrações das amostras analisadas.

Dos valores de *carry-over* calculados, apenas os superiores a 50% são considerados significativos e, por isso, são estes que vão ser contabilizados para a quantificação diária dos fatores de risco.

Sabendo a quantidade de *carry-overs* significativos, que nos é dada pela soma da quantidade de cada um dos tipos de *carry-over*, e a quantidade de grupos G3 de cada linha diariamente, é possível calcular a sua percentagem diária, dividindo a quantidade existente pelo número de dados de produção diária total.

Cada linha de produção tem entre 4 e 6 unidades. Para calcular os fatores de risco de cada linha de produção, cada folha de cálculo apresenta os dados de produção diária de cada unidade, e cada unidade analisa aproximadamente o mesmo número de rolhas. Assim os pesos na fórmula de cálculo final são iguais.

Assim, tomando como exemplo a linha 3 no dia 6 de maio de 2022, e sabendo que a linha 3 é composta pelas unidades 3, 9, 18, 44, 50 e 60, na tabela 3.2 está representado o cálculo da percentagem de grupo G3 e de *carry-overs* da linha 3 nesse dia.

Tabela 3. 2 - Valores de percentagem de grupos G3 e de carry-overs da linha 3 do dia 6 de maio de 2022

Unidades	% grupo G3	% <i>carry-overs</i>
3	1,57	12,30
9	3,50	13,00
18	2,52	11,69
44	5,55	8,95
50	3,51	8,35
60	2,38	10,77
Média	3,17	10,84

Pela tabela 3.2, pode-se concluir que no dia 6 de maio de 2022, a linha 3 teve uma média diária de percentagem de grupo G3 de 3,17% e uma percentagem de *carry-overs* de 10,84%. O mesmo processo é aplicado a todas as linhas de produção do NDtech.

Tendo os valores de cada parâmetro dos fatores de risco de cada linha de produção, pode-se finalmente calcular a fiabilidade esperada das linhas diariamente.

3.2.3 Cálculo da fiabilidade esperada das linhas

De forma a determinar a fiabilidade esperada, foram calculados os parâmetros de risco derivados dos dados diários de produção das linhas do NDtech, resultando numa percentagem de grupo G3 e numa percentagem de *carry-over* para cada linha em cada dia. Mas, falta ainda determinar qual a percentagem real do grupo G3 e a percentagem real de potenciais *carry-overs*. São estes os valores que constituem o fator de risco final, utilizado para o cálculo da fiabilidade esperada.

Para a quantificação real do grupo G3, foi levado a cabo um estudo no NDtech, feito paralelamente a este projeto onde se analisaram novamente rolhas que supostamente continham TCA e se calculou a percentagem de falsos positivos associados a cada intervalo de concentrações, cujos resultados estão representados na tabela 3.3.

Tabela 3. 3 - Resultados do estudo para se determinar a percentagem de falsos positivos

Intervalos de concentrações (mV.s)	Número de rolhas analisadas	Número de rolhas que efetivamente continham TCA	% Falsos Positivos	% Real de TCA
[6, 7]	1012	13	98,72	1,28
[7, 8]	841	16	98,10	1,90
[8, 9]	471	14	97,03	2,97
[9, 10]	304	12	96,05	3,95
[10, 11]	218	7	96,79	3,21
[11, 12]	163	14	91,41	8,59
[12, 13]	125	13	89,60	10,40
[13, 14]	84	13	84,52	15,48
[14, 15]	66	15	77,27	22,73
[15, 16]	36	10	72,22	27,78
[16, 17]	38	13	65,79	34,21
[17, 18]	30	5	83,33	16,67
[18, 19]	19	3	84,21	15,79
[19, 20]	24	7	70,83	29,17
[20, 25]	102	34	66,67	33,33
> 25	500	250	50,00	50,00

Através deste estudo, e como para o cálculo da fiabilidade esperada apenas são contabilizadas rolhas do grupo G3, ou seja, com concentrações superiores a 25 mV.s, concluiu-se que para este grupo de rolhas a quantidade de falsos positivos associados seria de 50%.

Assim sendo, à percentagem de grupo G3 calculada através da folha de cálculo para cada linha, é aplicado um fator de 50%, que nos devolve a quantidade real de grupo G3 diários de cada linha.

O cálculo dos potenciais *carry-overs*, foi levado a cabo por um estagiário da Amorim Cork, e obteve os resultados, apresentados na figura 3.3.

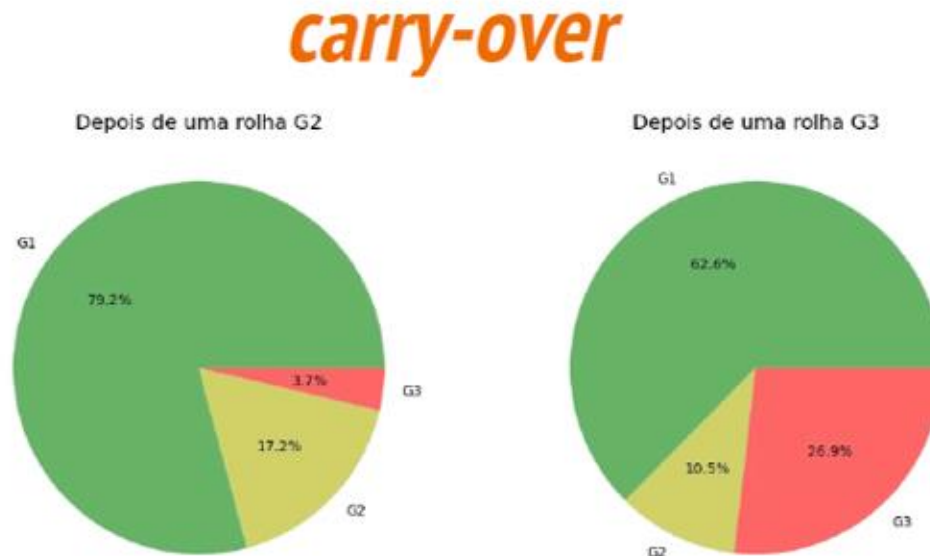


Figura 3. 3 - Cálculo dos potenciais *carry-overs*

Sabendo que o TCA tem concentrações significativas nos grupos G2 e G3, os valores de *carry-overs* dos gráficos circulares “depois de uma rolha G2” e “depois de uma rolha G3” participarão no cálculo dos potenciais *carry-overs*.

A partir da figura 3.3, e sabendo que os *carry-overs* apenas são aplicados aos grupos G2 e G3, como já mencionado anteriormente, conclui-se que a percentagem de potenciais *carry-overs* após uma rolha G2 é a soma de 17,2% e 3,7% e a percentagem de potenciais *carry-overs* após uma rolha G3 é a soma de 10,5% e 26,9%.

É preciso ainda ter em conta que, em média, num lote existe cerca de 10% de rolhas do grupo G2 e aproximadamente 1,5% de rolhas do grupo G3 (experiência da equipa do NDtech). Assim, o cálculo da percentagem real de potenciais *carry-overs* utilizada para o cálculo da fiabilidade esperada é traduzido pela equação 3.1.

$$\% C. O. = \frac{((17,2 + 3,7) * 10\% + (10,5 + 26,9) * 1,5\%)}{11,5\%} = \frac{(20,9 * 10\% + 37,4 * 1,5\%)}{11,5\%} \approx 23\%$$

(Equação 3.1)

Ou seja, a partir do resultado obtido pela equação 3.1, pode-se concluir que a percentagem real de potenciais *carry-overs* será de 23% (figura 3.4).

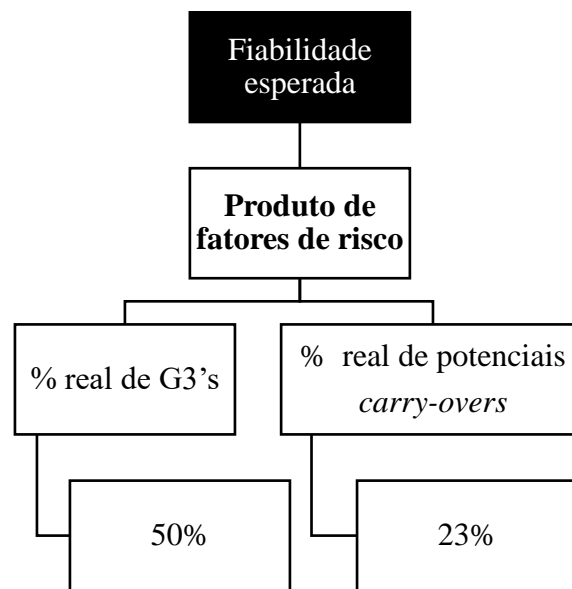


Figura 3. 4 - Representação do cálculo da fiabilidade esperada

Resumindo, o cálculo da fiabilidade esperada diária de cada linha, representado na figura 3.4, é o produto de dois fatores de risco, a percentagem real de grupos G3 que corresponde a 50% das rolhas que vão para G3, e a percentagem de potenciais *carry-overs* que corresponde a 23% da percentagem de *carry-overs* obtidos. No anexo B, encontra-se um exemplo de cálculo da fiabilidade esperada da linha 3 no mês de maio.

4. Resultados e discussão

Com o intuito de estudar e analisar a possível influência que a humidade e temperatura ambientes teriam na fiabilidade esperada do NDtech, numa primeira parte procurou-se uma correlação visível das variáveis, através da leitura e análise de gráficos que correlacionavam os dois parâmetros em estudo com a fiabilidade esperada. Numa segunda abordagem, recorreu-se a testes estatísticos para se estudar a normalidade dos dados, a existência de diferenças estatisticamente significativas entre variáveis e, por fim, se existiram correlações boas o suficiente para que se pudesse tirar conclusões sobre a influência quer da humidade quer da temperatura na fiabilidade esperada do NDtech.

Os meses que foram alvo de estudo nesta dissertação foram os meses de maio, junho e julho de 2022. Durante este capítulo vão ser analisados os valores de cada mês individualmente e, posteriormente, em conjunto para se ter uma visão mais consolidada da realidade do NDtech durante este período.

Para cada dia dos meses analisados existe um valor de humidade máxima, de humidade mínima, de temperatura máxima, de temperatura mínima e de fiabilidade esperada associados. A partir dos valores máximos e mínimos, é possível calcular a amplitude, tanto térmica como da humidade, para cada dia de cada mês. Sendo assim, teremos 7 variáveis que serão analisadas e correlacionadas: humidades máxima e mínima, amplitude da humidade, temperatura máxima e mínima, amplitude térmica e fiabilidade esperada.

4.1 Evolução da temperatura, humidade, respetivas amplitudes e fiabilidade esperada em função do tempo

Numa abordagem inicial, em todos os meses, os valores das 7 variáveis de estudo foram organizados, de forma a se tentar perceber uma relação visível a “olho nu” entre as variáveis.

No anexo C são apresentados os resultados obtidos para os meses de maio, junho e julho de todas as variáveis em estudo e para todas as unidades usadas no trabalho.

O comportamento observado para as diferentes linhas de produção é muito semelhante pelo que apenas são apresentados os gráficos correspondentes à linha 3 obtidos a partir daquelas variáveis. Os gráficos de todas as outras linhas de produção estão apresentados no anexo D.

Mês de maio

Através dos dados presentes na tabela C.1 foram construídos os 4 gráficos que se apresentam nas figuras 4.1 a 4.4.

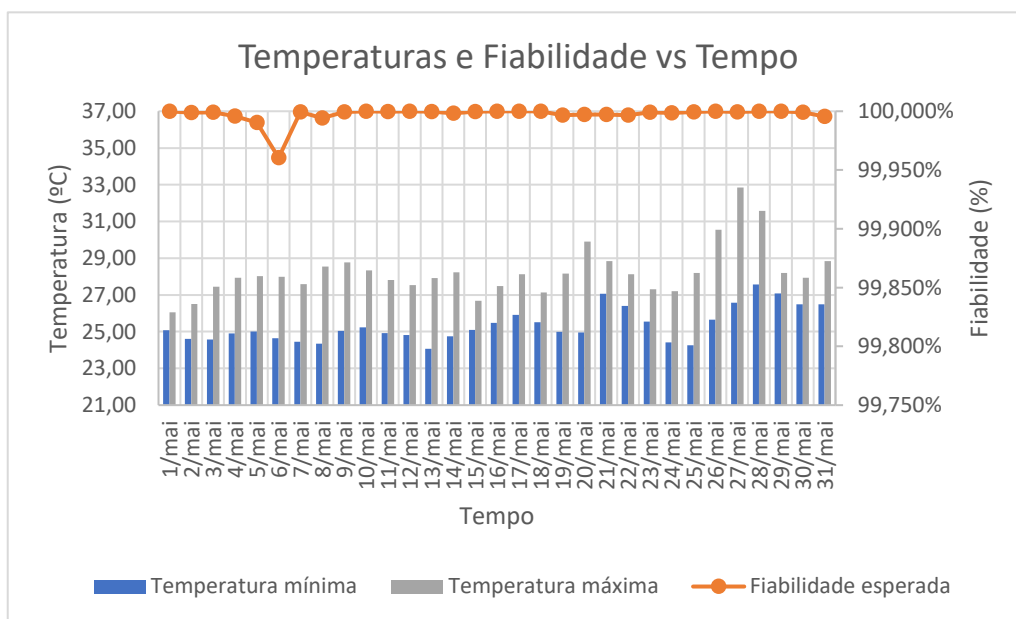


Figura 4. 1 - Relação entre a temperatura e fiabilidade esperada no mês de maio

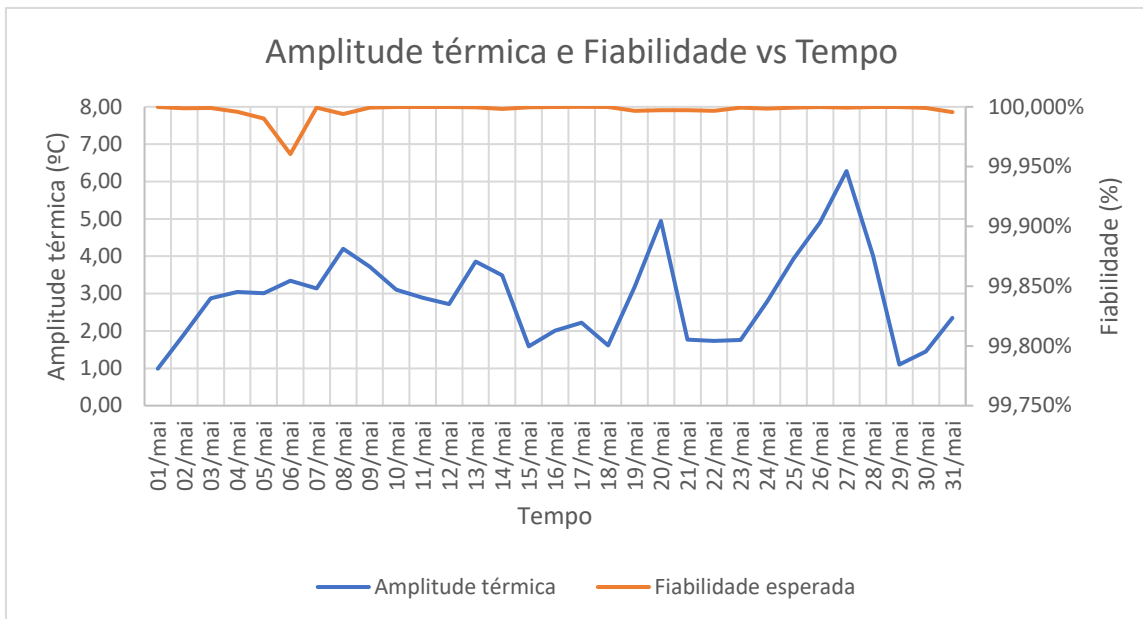


Figura 4. 2 - Relação entre a amplitude térmica e fiabilidade esperada no mês de maio

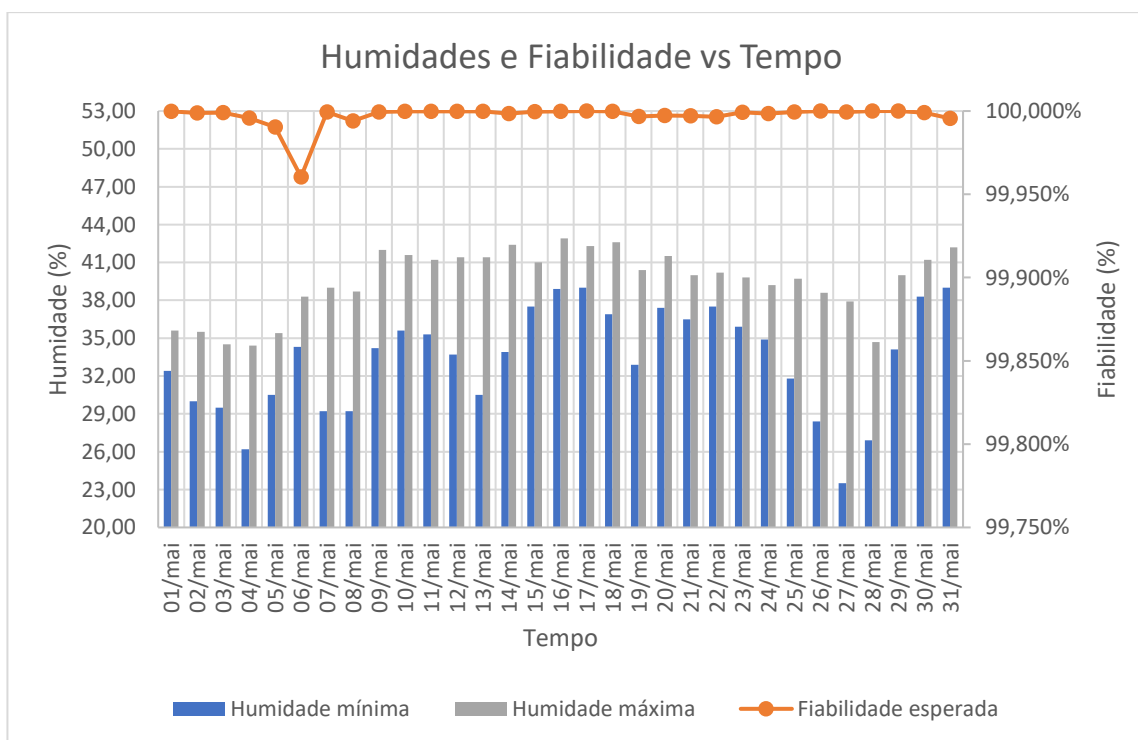


Figura 4. 3 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada no mês de maio

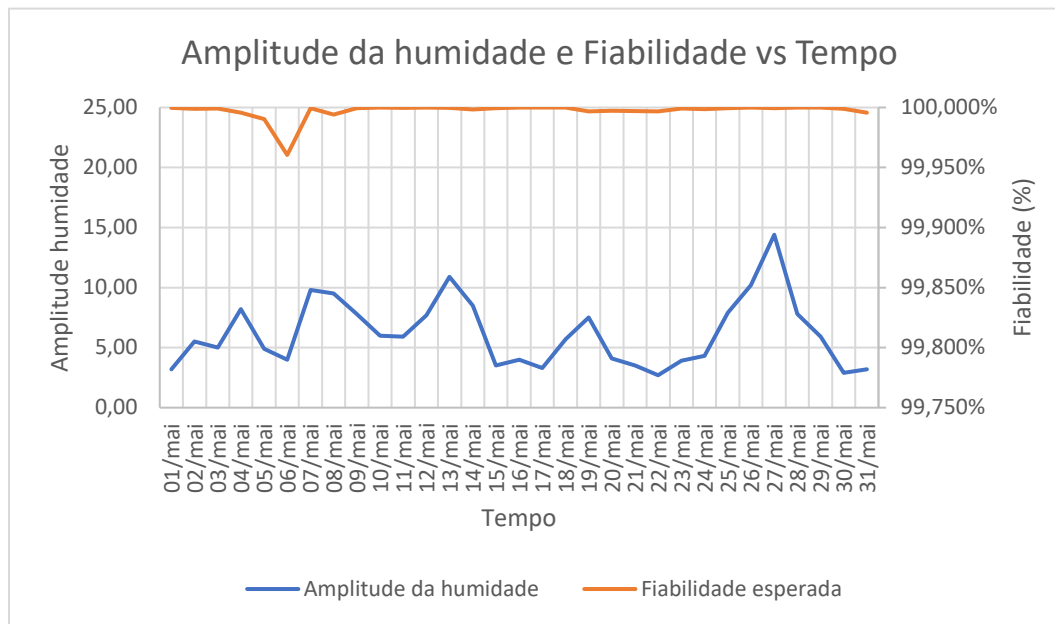


Figura 4.4 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada no mês de maio

Como se pode verificar pela análise das figuras 4.1 e 4.2, não parece existir nenhum tipo de relação visível entre as variáveis temperatura e fiabilidade esperada, pois quando uma sofre qualquer tipo de oscilação, o mesmo comportamento não é verificado na outra. O mesmo acontece nas figuras 4.3 e 4.4, em que as variáveis da humidade sofrem variações bastante significativas, o que não se traduz em nenhum tipo de variação na fiabilidade esperada, que permanece constante.

Pode-se concluir pela análise das figuras 4.1 a 4.4, que no mês de maio, não parece existir qualquer tipo de relação e influência entre as variáveis da humidade e da temperatura na fiabilidade esperada do NDtech.

Mês de junho

Identicamente ao mês de maio, através dos dados da tabela C.9 foi possível a construção dos gráficos representados pelas figuras 4.5 a 4.8.

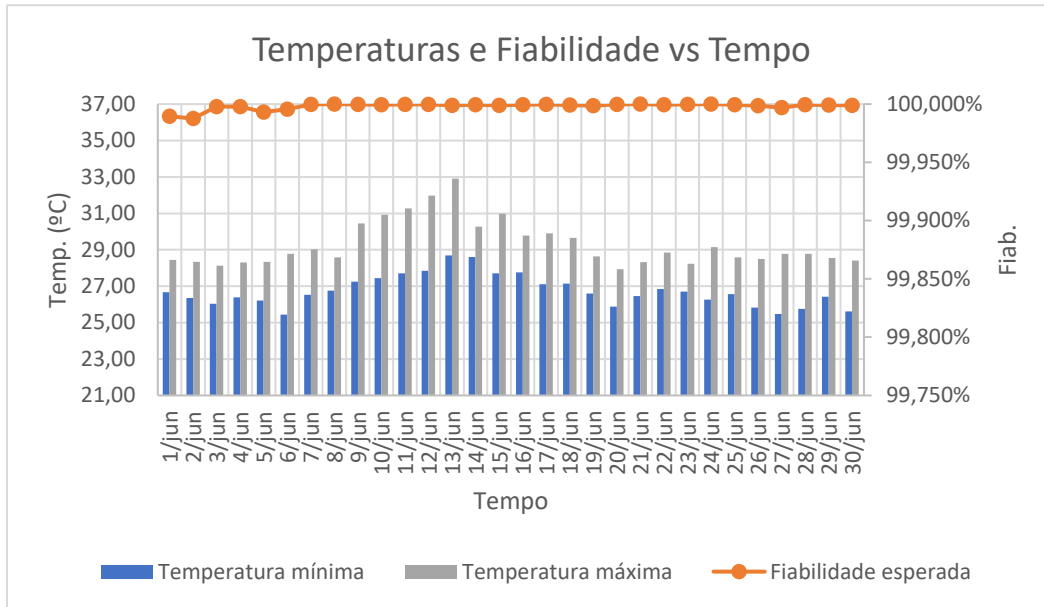


Figura 4. 5 - Relação entre a temperatura e fiabilidade esperada no mês de junho

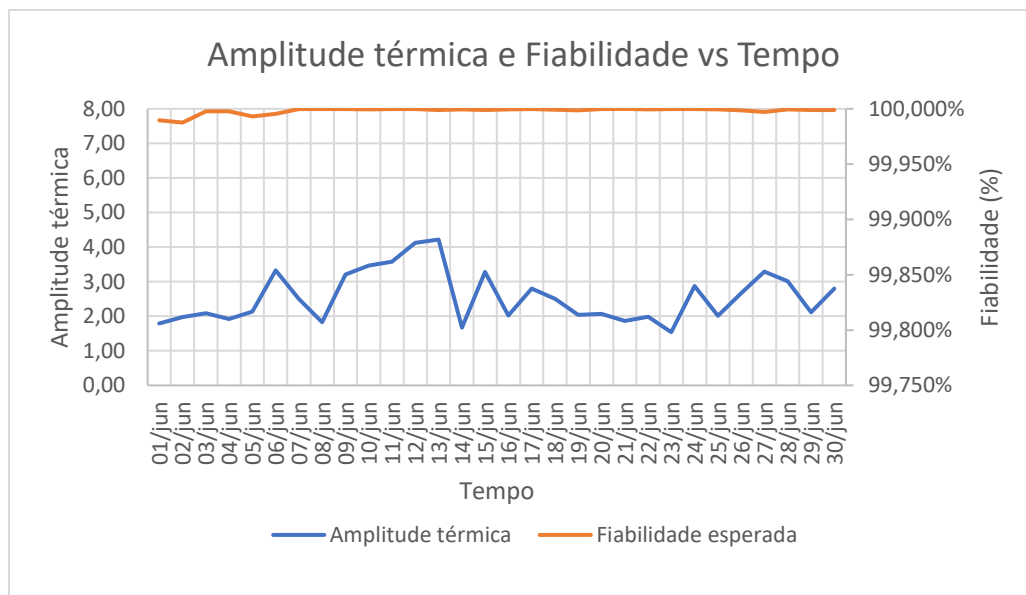


Figura 4. 6 - Relação entre a amplitude térmica e fiabilidade esperada no mês de junho

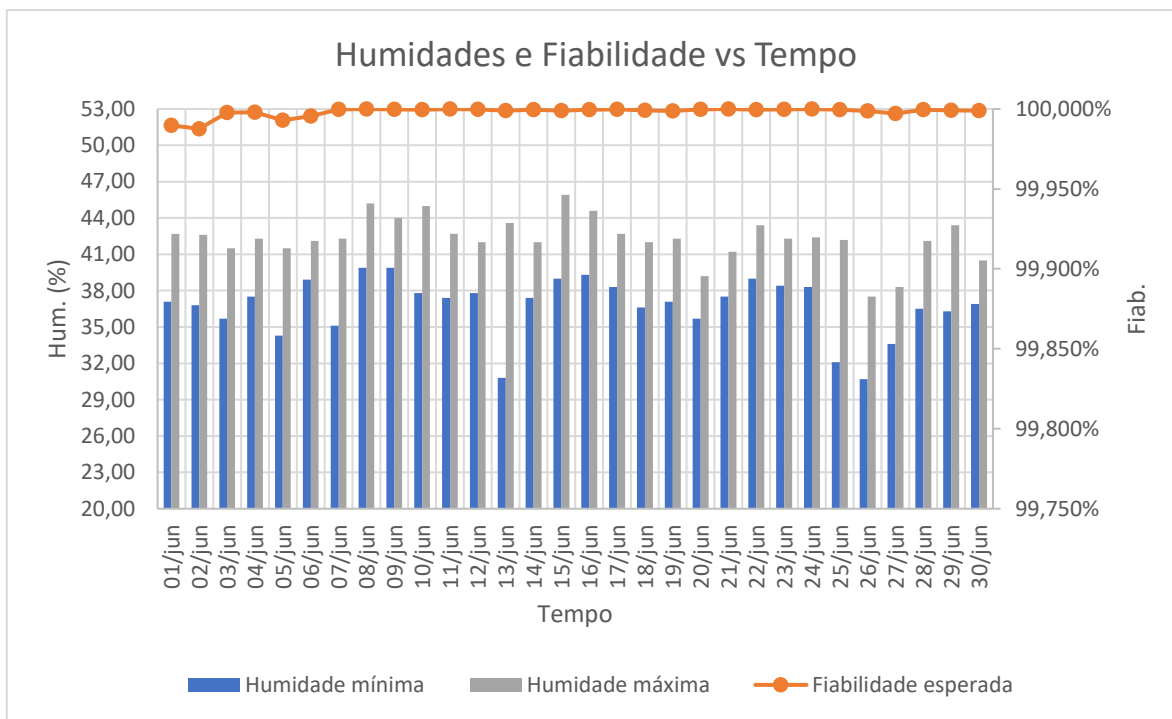


Figura 4. 7 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada no mês de junho

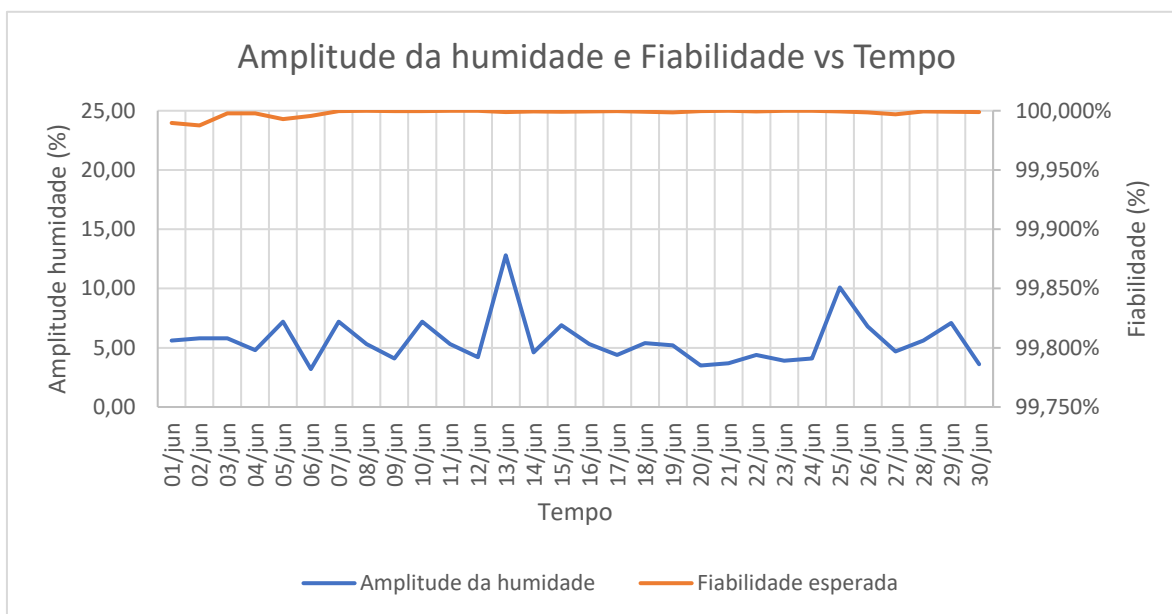


Figura 4. 8 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada no mês de junho

À semelhança do que aconteceu no mês de maio, pela análise das figuras 4.5 a 4.8, verifica-se variações de ordem significativa tanto nas variáveis de temperatura máxima, mínima e amplitude térmica, como nas variáveis de humidade máxima, mínima e amplitude de humidade que não se verificam na fiabilidade esperada que permanece quase constante no decorrer do mês. No mês de junho, também parece não haver qualquer tipo de relação e influência da humidade e temperatura ambientes na fiabilidade esperada do NDtech.

Mês de julho

Por fim, nesta abordagem inicial, a partir da tabela C.17 construiu-se os gráficos das figuras 4.9 a 4.12.

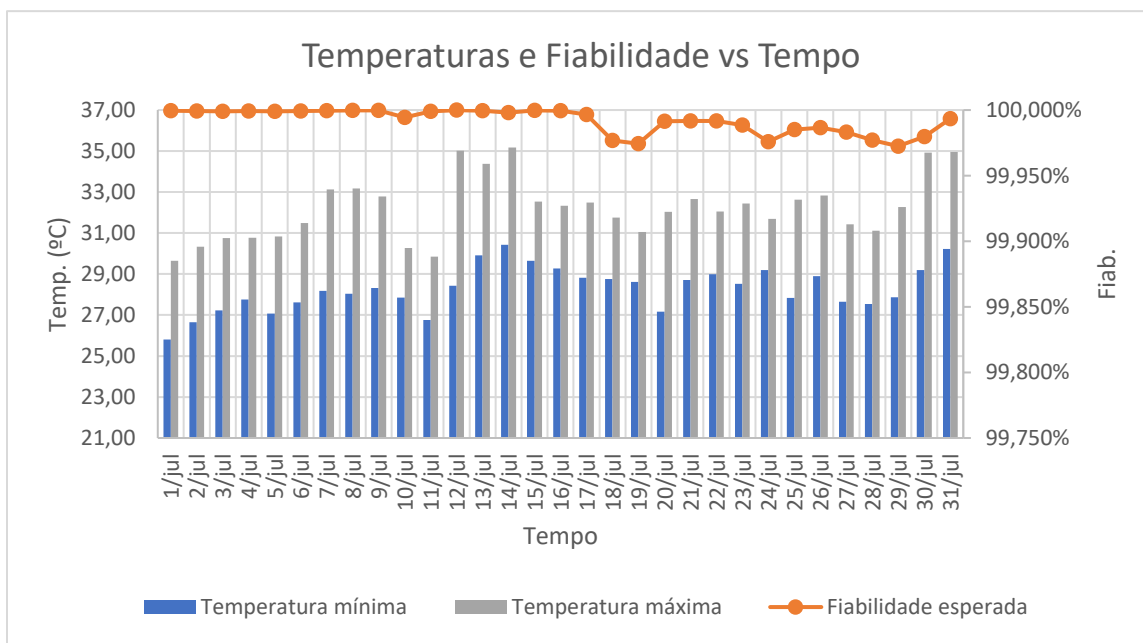


Figura 4. 9 - Relação entre a temperatura e fiabilidade esperada no mês de julho

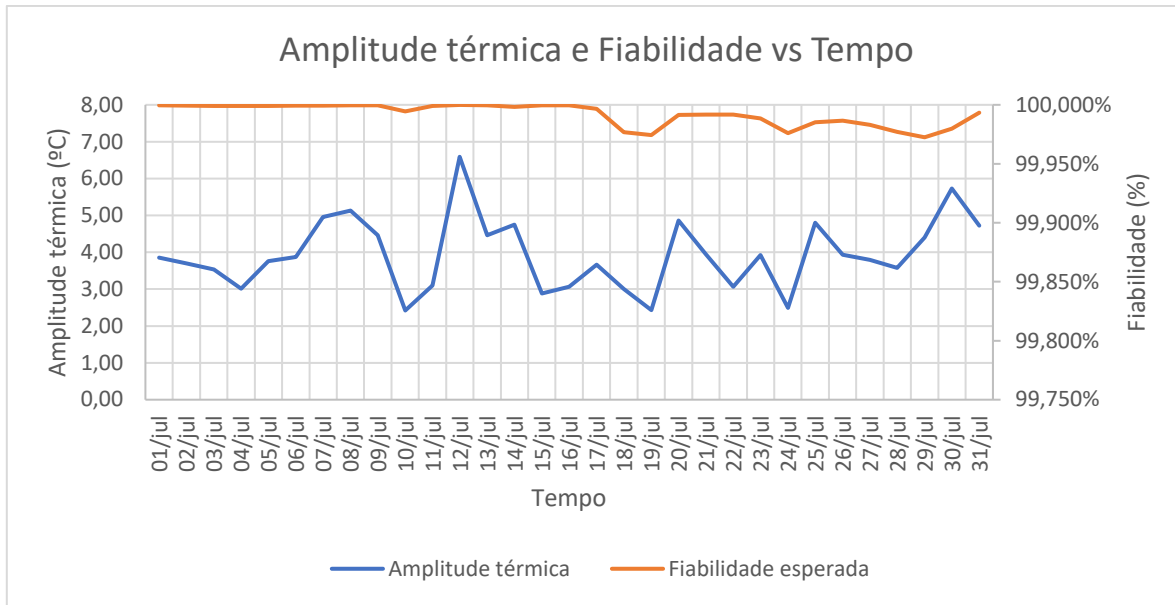


Figura 4. 10 - Relação da amplitude térmica e a fiabilidade esperada no mês de julho

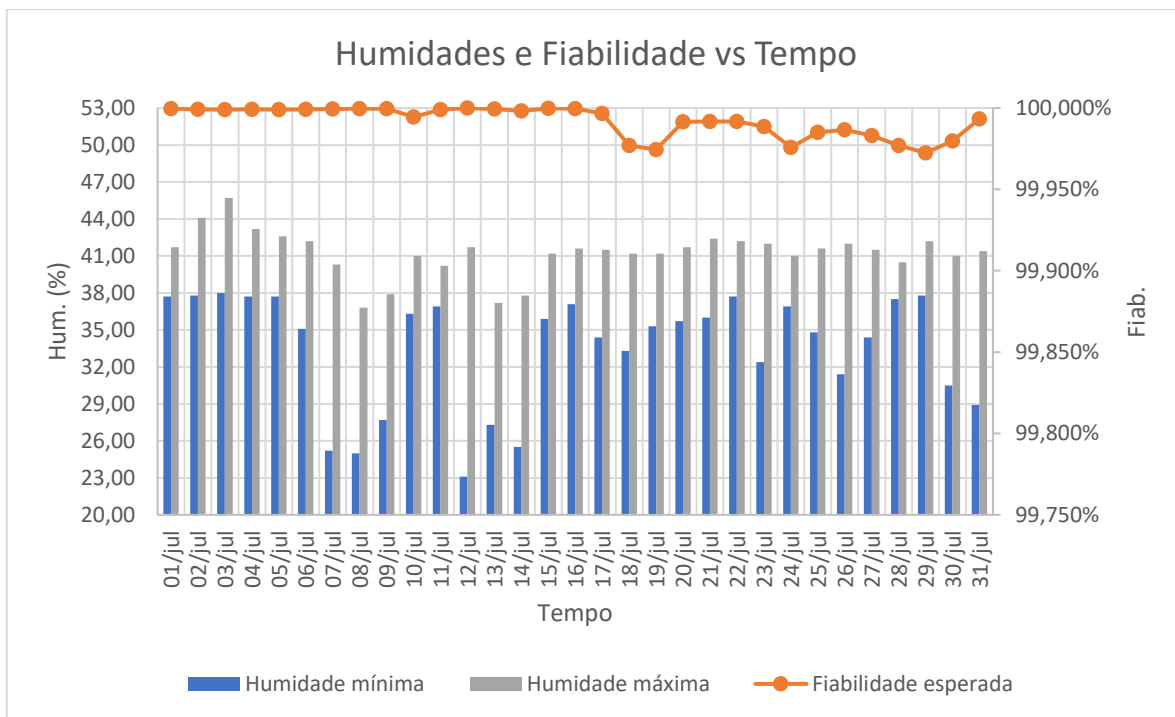


Figura 4. 11 - Relação da humidade e a fiabilidade esperada no mês de julho

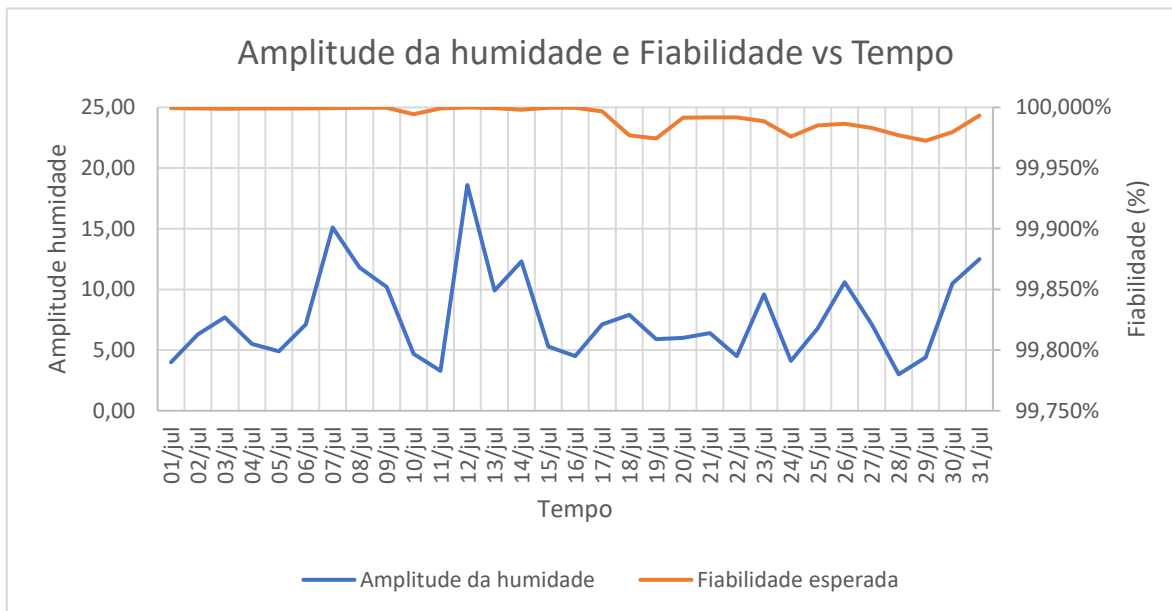


Figura 4. 12 - Relação entre a amplitude da humidade e fiabilidade esperada no mês de julho

O mês de julho é o mês onde se verificam maiores oscilações em todas as variáveis. Analisando as figuras 4.9 e 4.10, tanto a temperatura máxima como mínima e, conseqüentemente, a amplitude térmica apresentam um comportamento irregular durante todo o mês, existindo várias oscilações. A fiabilidade esperada a partir de meio do mês de julho, sofre uma diminuição dos seus valores, ainda que não muito significativa. Apesar de esta variável não permanecer constante como nos primeiros dois meses, a sua diminuição não coincide com as variações drásticas das variáveis da temperatura.

No mês de julho, o comportamento das humidades máxima e mínima, e respetiva amplitude, representadas na figura 4.11 e 4.12, é onde se verifica mais e maiores oscilações quando comparados com os mesmos dados dos meses de maio e junho. E, como já se mencionou no parágrafo anterior, a fiabilidade esperada também sofre uma ligeira diminuição na segunda metade do mês. À semelhança do que aconteceu com as variáveis da temperatura, as intensas variações tanto da humidade máxima e mínima como da amplitude não estão de acordo com a ligeira variação que a fiabilidade esperada sofre.

Uma vez que visivelmente, através dos gráficos que relacionam as diferentes variáveis, não é possível ver qualquer correlação, foi feita uma análise estatística aos dados.

4.2 Análise à normalidade dos dados de cada linha de produção do NDtech

De forma a analisar a normalidade dos dados de cada linha de produção do NDtech, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, através do programa XL STAT. O teste de Shapiro-Wilk assume duas hipóteses:

- H_0 : os dados seguem uma distribuição normal
- H_1 : os dados não seguem uma distribuição normal [28]

Para o nível de confiança definiu-se 95% uma vez que seria o adequado; consequentemente, o valor de α seria de 5%, ou seja, de 0,05.

Tendo em conta o valor de α de 0,05, o teste de Shapiro-Wilk determina o *p-value* para cada variável de cada linha de produção e podem acontecer duas situações:

- Rejeita-se H_0 , caso o *p-value* seja menor ou igual ao valor de α de 0,05, o que significa que não se pode admitir que os dados seguem uma distribuição normal;
- Não se rejeita H_0 , caso *p-value* seja superior ao valor de α , o que significa que a distribuição é normal e possível para os dados das linhas de produção [28].

O teste de Shapiro-Wilk foi realizado a todas as variáveis de todas as linhas de produção para os meses de maio, junho e julho de forma a determinar-se se os dados seguiam uma distribuição normal. Foi realizado ainda o teste de Shapiro-Wilk a todos os dados de produção do NDtech, sem ter em conta as linhas, para se conseguir ter uma visão do universo geral do NDtech.

Mês de maio

Na tabela 4.1, vão ser apresentados os *p-values* de cada variável de cada linha no mês de maio, sendo que os que se encontram a negrito são os *p-value* inferiores ao valor de α de 0,05 e, portanto, não seguem uma distribuição normal.

Tabela 4. 1 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha do mês de maio

Variáveis	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Linha 7	Linha 8	Linha 9	Linha 10
Tmáx (°C)	0,000	0,000	0,001	0,001	0,006	0,036	0,137	0,385
Tmin (°C)	0,014	0,014	0,019	0,029	0,060	0,135	0,395	0,751
Amp. T	0,274	0,274	0,416	0,426	0,343	0,405	0,461	0,511
Hmáx (%)	0,005	0,005	0,005	0,032	0,115	0,196	0,043	0,005
Hmin (%)	0,204	0,204	0,214	0,561	0,804	0,793	0,650	0,405
Amp. H	0,017	0,017	0,074	0,281	0,654	0,834	0,916	0,688
Fiabilidade esperada (%)	<0,0001	<0,0001	0,012	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000

Analisando a tabela 4.1, é possível verificar que a fiabilidade esperada é a única variável, em todas as linhas, que nunca segue uma distribuição normal. A amplitude térmica e a humidade mínima, pelo contrário, seguem sempre uma distribuição normal em todas as linhas. É ainda de notar que todas as linhas têm, pelo menos, 2 variáveis que não seguem uma distribuição normal.

Mês de junho

O teste de Shapiro-Wilk foi realizado aos dados referentes ao mês de junho, resultando nos valores dispostos na tabela 4.2.

Tabela 4. 2 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha do mês de junho

Variáveis	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Linha 7	Linha 8	Linha 9	Linha 10
Tmáx (°C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004
Tmin (°C)	0,223	0,223	0,260	0,282	0,516	0,650	0,782	0,850
Amp. T	0,020	0,020	0,017	0,041	0,023	0,026	0,023	0,021
Hmáx (%)	0,038	0,038	0,257	0,555	0,457	0,198	0,029	0,004
Hmin (%)	0,005	0,005	0,004	0,004	0,008	0,028	0,082	0,172
Amp. H	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,043	0,040	0,016
Fiabilidade esperada (%)	<0,0001	<0,0001	0,000	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,018

Pela tabela 4.2, verifica-se um aumento geral do número de distribuições não normais em relação ao mês de maio. Tanto a fiabilidade esperada, como a temperatura máxima, a amplitude térmica e a amplitude da humidade não seguem uma distribuição normal em todas as linhas de produção. Apenas a temperatura mínima segue uma distribuição normal da linha 3 à linha 10. No mês de junho todas as linhas obtiveram, pelo menos, 5 variáveis que não seguem uma distribuição normal, um aumento considerável quando comparado ao mês de maio.

Mês de julho

À semelhança dos outros dois meses, também em julho foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, obtendo-se os valores apresentados na tabela 4.3.

Tabela 4. 3 - Apresentação dos p-values das variáveis de cada linha do mês de julho

Variáveis	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Linha 7	Linha 8	Linha 9	Linha 10
Tmáx (°C)	0,143	0,143	0,205	0,254	0,318	0,380	0,389	0,504
Tmin (°C)	0,997	0,997	0,999	0,997	0,996	0,964	0,861	0,722
Amp. T	0,287	0,287	0,010	0,265	0,241	0,269	0,345	0,357
Hmáx (%)	0,004	0,004	0,015	0,111	0,116	0,106	0,090	0,116
Hmin (%)	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,006	0,015	0,031
Amp. H	0,009	0,009	0,009	0,018	0,035	0,056	0,095	0,160
Fiabilidade esperada (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Observando os valores da tabela 4.3, existe uma diminuição do número de distribuições não normais em relação a junho. Em julho, apenas a fiabilidade esperada e a humidade mínima não seguiram uma distribuição normal nas linhas de produção. Tanto a temperatura máxima como a mínima, seguem uma distribuição normal em todas as linhas. No mês de julho, como aconteceu no mês de maio, todas as linhas obtiveram, pelo menos, 2 variáveis que não seguem uma distribuição normal.

Análise estatística a todas as linhas com os dados obtidos nos 3 meses em estudo

Com o objetivo de fazer uma análise mais realista dos dados, foram feitas ainda avaliações da normalidade das variáveis em estudo (Shapiro-Wilk): uma, tendo em conta todos os dados recolhidos para cada uma das linhas durante os 3 meses (tabela 4.4); outra, tendo em conta o universo total de dados, não discriminando as linhas (tabela 4.5). Estes testes traduzem a situação real que acontece no NDtech uma vez que em produção normal pode estar a ser analisado o mesmo lote de rolhas nas várias linhas e as variações naturais das condições atmosféricas dos meses em estudo também estão a ser tidas em conta.

Na tabela 4.4 estão apresentados os *p-values* das variáveis em estudo tendo em conta todos os dados obtidos em cada linha durante os meses de maio, junho e julho.

Tabela 4. 4 - Apresentação dos *p-values* das variáveis de cada linha dos meses maio, junho e julho

Variáveis	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Linha 7	Linha 8	Linha 9	Linha 10
T_{máx} (°C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
T_{min} (°C)	0,103	0,103	0,090	0,052	0,051	0,057	0,087	0,129
Amp. T	0,036	0,036	0,005	0,162	0,140	0,190	0,230	0,213
H_{máx} (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,011	0,153	0,236	0,034	0,002
H_{min} (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,000	0,004	0,053	0,190
Amp. H	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fiabilidade esperada (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Analisando a tabela 4.4, observa-se uma clara diminuição dos *p-value* das variáveis, sendo que tanto para a amplitude de humidade como para a fiabilidade esperada obtiveram-se valores sempre inferiores a 0,0001. Estas duas variáveis e a temperatura máxima não seguiram uma distribuição normal em todas as linhas do NDtech; apenas a temperatura mínima seguiu sempre uma distribuição normal. Quando se reúnem os dados dos 3 meses, e por linha, pelo menos 4 variáveis não seguem uma distribuição normal.

Na tabela 4.5 estão apresentados os *p-values* das variáveis em estudo tendo em conta todos os dados obtidos de todas as linhas e durante os 3 meses.

Tabela 4. 5 - Apresentação dos p-values das variáveis da produção do NDtech de todos os meses

Variáveis	maio	junho	julho	maio, junho e julho
Tmáx (°C)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tmin (°C)	<0,0001	0,002	0,367	<0,0001
Amp. T	<0,0001	<0,0001	0,000	<0,0001
Hmáx (%)	0,004	<0,0001	0,002	<0,0001
Hmin (%)	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Amp. H	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fiabilidade esperada (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Analisando a tabela 4.5, observa-se que tendo em conta o universo global dos dados, onde não estão discriminadas cada uma das linhas, praticamente todas as variáveis não seguem uma distribuição normal. É de realçar que quanto maior a amostragem de dados incluídos no teste Shapiro-Wilk, mais significativos se tornam os resultados obtidos.

Em todos os testes estatísticos de análise de normalidade apresentados, existe pelo menos uma variável que não seguiu uma distribuição normal. Este resultado é de elevada importância pois influencia o tipo de teste estatístico que se deverá utilizar para determinar quais as variáveis que apresentam diferenças estatisticamente significativas.

4.3 A significância estatística na análise dos dados

Para a verificação de existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dados das linhas do NDtech, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis, através do programa XL STAT. Este teste, não paramétrico, permite avaliar as diferenças significativas de duas ou mais variáveis, e é o utilizado para análise de variáveis que não apresentem uma distribuição normal.

Tal como o teste de Shapiro-Wilk, o teste de Kruskal-Wallis assume duas hipóteses:

- H_0 : os dados fazem parte da mesma população
- H_1 : os dados não fazem parte da mesma população [29]

Assumi-se também um nível de confiança de 95% o que se traduz num valor de α de 5%, ou seja, de 0,05. Tendo em conta o valor de α , o teste de Kruskal-Wallis, pode resultar de duas maneiras:

- Rejeita-se H_0 , caso o *p-value* seja menor ou igual ao valor de α de 0,05, o que significa que os dados não pertencem à mesma população, tendo por isso diferenças estatisticamente significativas entre si;
- Não se rejeita H_0 , caso o *p-value* seja superior ao valor de α , o que significa que os dados são da mesma população, ou seja, não apresentam diferenças significativas entre si [29].

O teste de Kruskal-Wallis, foi realizado a todas as variáveis de todas as linhas de produção para todos os meses em separado e, posteriormente, foram agrupados todos os dados dos 3 meses para aumentar a amostragem e robustez do teste realizado.

Foram alvos do teste estatístico os dados do mês de maio, junho e julho de forma separada. Do teste de Kruskal-Wallis resultaram os gráficos das figuras 4.13, 4.14 e 4.15, onde estão apresentados os *p-values* de cada variável para cada um dos meses e é possível constatar quais os que são inferiores ao valor de α , indicando assim quais as variáveis que apresentam diferenças estatisticamente significativas.

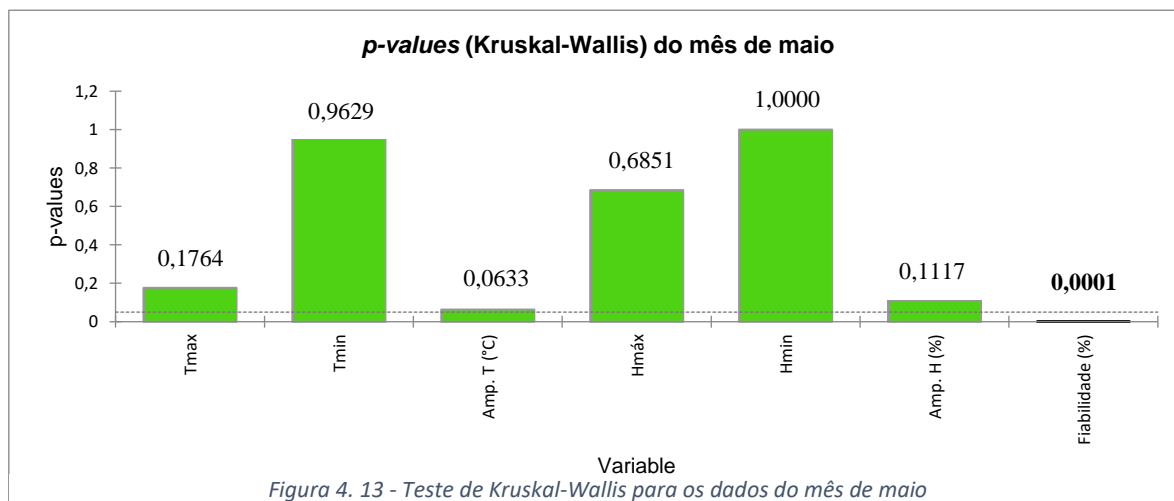


Figura 4. 13 - Teste de Kruskal-Wallis para os dados do mês de maio

Pela análise da figura 4.13, pode-se verificar que apenas a fiabilidade esperada apresenta um *p-value* inferior ao valor de α , o que significa que no mês de maio apenas a fiabilidade esperada apresentou diferenças estatisticamente significativas.

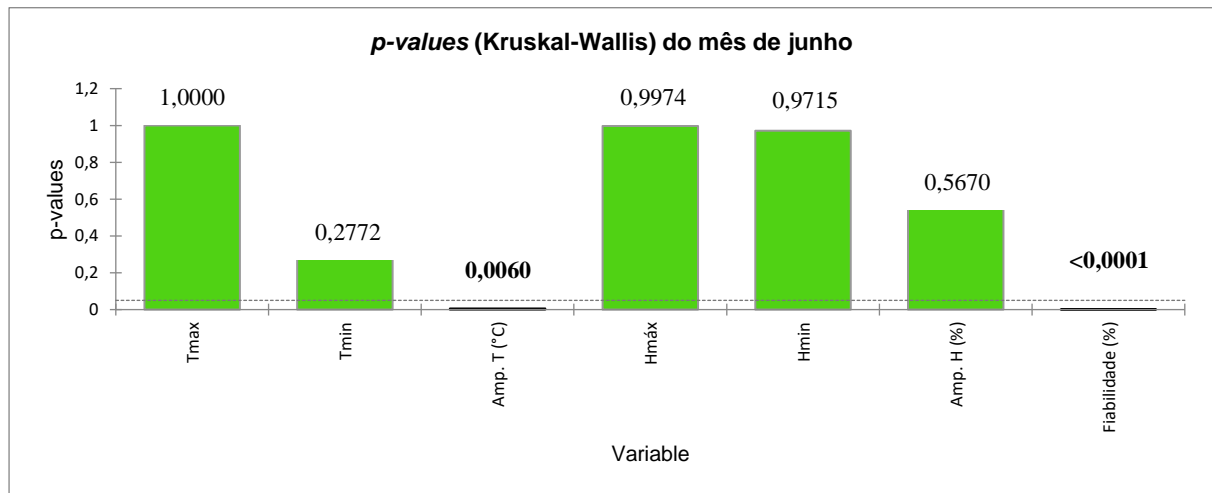


Figura 4. 14 - Teste de Kruskal-Wallis para os dados do mês de junho

O tratamento dos dados do mês de junho (figura 4.14), mostra a fiabilidade esperada com um *p-value* inferior ao valor de α bem como a amplitude térmica. Estas duas variáveis apresentam, então, diferenças estatisticamente significativas, o que pode indiciar que a amplitude térmica pode ter influência nas diferenças estatísticas obtidas nos resultados de fiabilidade esperada.

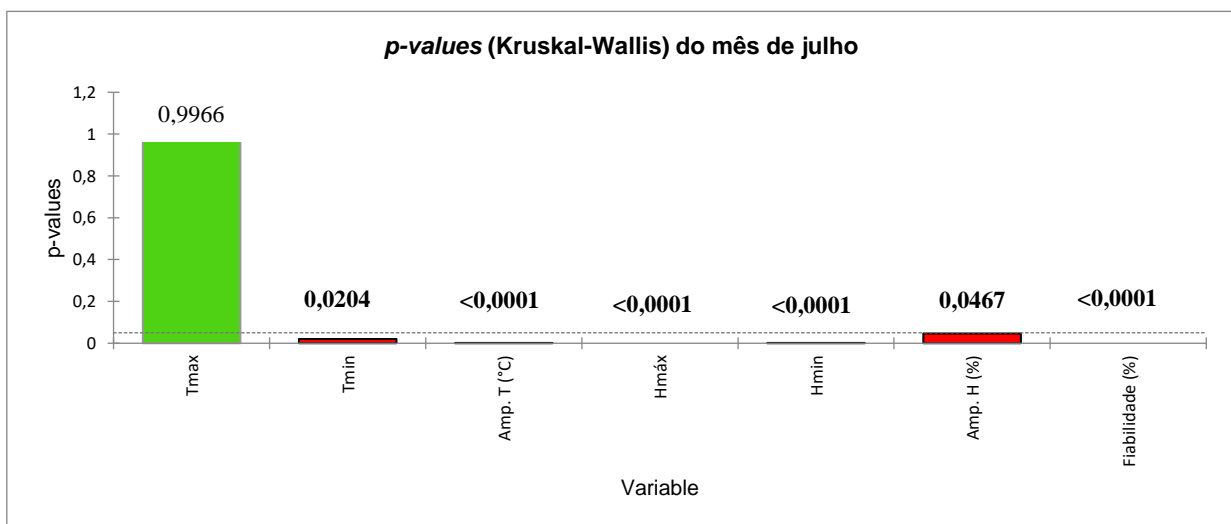


Figura 4. 15 - Teste de Kruskal-Wallis para os dados do mês de julho

A figura 4.15 mostra a análise estatística para o mês de julho. Existem resultados muito mais significativos. Apenas a temperatura máxima apresenta um *p-value* superior ao valor de α , o que significa que, apenas a temperatura máxima não é um parâmetro considerado estatisticamente diferente. Ou seja, todas as outras variáveis, no mês de julho, podem ter algum tipo de influência nos resultados da fiabilidade esperada obtidos.

Por fim, foram reunidos os dados de todos os meses e de todas as linhas, com o objetivo de aumentar a amostragem e robustez do teste de Kruskal-Wallis, e os resultados obtidos estão na figura 4.16.

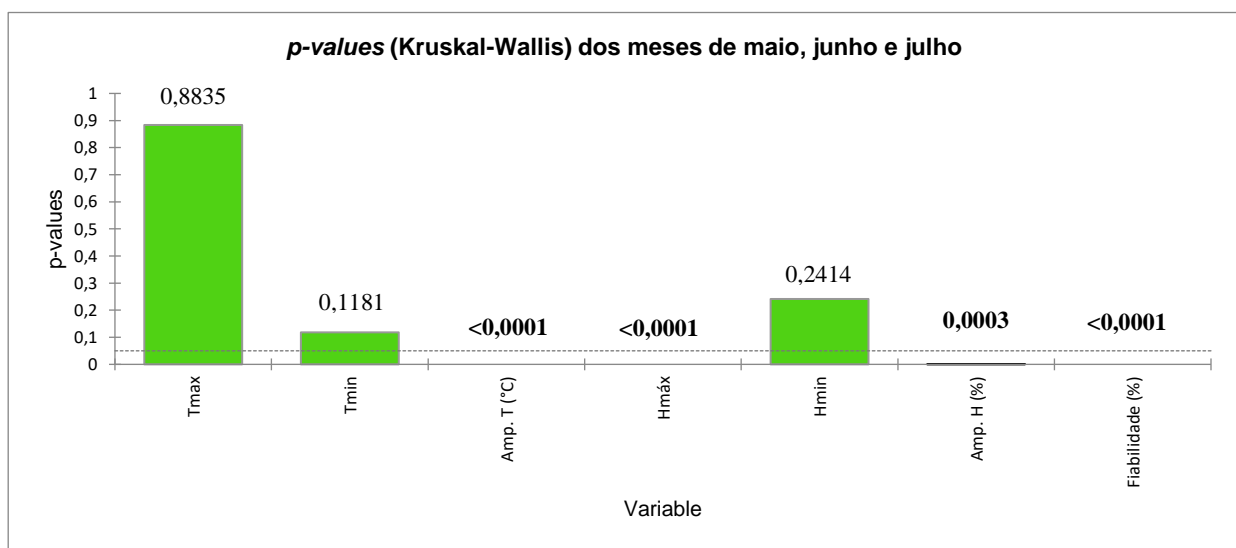


Figura 4. 16 - Teste de Kruskal-Wallis para a reunião de dados dos 3 meses

Constata-se que, quando se reúne o universo global de dados, a amplitude térmica, a humidade máxima e a amplitude da humidade possuem diferenças estatisticamente significativas e, conseqüentemente, podem ter influência nos resultados de fiabilidade esperada. Este resultado está de acordo com a teoria inicial, que se tratava de uma mera especulação, mas para a qual não existiam dados trabalhados que a sustentasse.

Para confirmar as potenciais influências das variáveis na fiabilidade esperada do NDtech, foram realizados testes de correlação que permitissem validar as hipóteses formuladas a partir do teste de Kruskal-Wallis.

4.4 Estudo das correlações das variáveis com a fiabilidade esperada do NDtech

Para a análise de correlação das variáveis foi utilizado o teste de Pearson, realizado através do programa XL STAT. A partir deste teste, calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) que mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente apresenta um intervalo de valores entre -1 e 1, e reflete a intensidade da relação linear, ou seja:

- Se $r < 0$, significa que as variáveis são inversamente relacionadas. Caso, $r = -1$, significa que as duas variáveis têm uma correlação negativa perfeita.
- Se $r > 0$, significa que as variáveis são diretamente relacionadas. Caso, $r = 1$, significa que as variáveis em análise têm uma correlação positiva perfeita.
- Se $r = 0$, significa que não existe qualquer tipo de relação linear entre as duas variáveis [30].

É ainda importante salientar que duas variáveis que apresentem um r entre os valores absolutos de r abaixo de 0,3, são variáveis consideradas com uma boa correlação entre si. Pelo contrário, valores de r absoluto superiores a 0,3 consideram-se as variáveis com uma muito boa correlação.

As únicas correlações entre variáveis que são de interesse para posterior análise, são aquelas em que o *p-value* calculado através do teste de correlação de Pearson é inferior ao valor de α de 5%, ou seja, de 0,05, visto que o nível de confiança definido para este teste foi de 95%.

O teste de correlação de Pearson, foi realizado de duas maneiras:

- a) tendo em conta todas as variáveis por linha de produção para os meses em separado e em conjunto;
- b) tendo em conta os dados de todos os meses em separado e em conjunto, sem discriminação das linhas.

Com o teste de correlação de Pearson é possível determinar as correlações entre quaisquer variáveis. Como o objetivo da dissertação é estudar a influência da humidade e da

temperatura ambientes na fiabilidade do NDtech, as correlações a ter em conta são aquelas que relacionam as condições ambientais com a fiabilidade esperada do NDtech.

Mês de maio

No mês de maio, para o teste de correlação de Pearson tendo em conta cada linha de produção do NDtech, obtiveram-se os *p-values* e os coeficientes de correlação para as variáveis de temperatura máxima, mínima e amplitude térmica (tabela 4.6) e para as variáveis de humidade máxima, mínima e amplitude da humidade (tabela 4.7).

Tabela 4. 6 - Valores de *p-value* e do coeficiente *r* para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada no mês de maio; valores de *p-value* inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	<i>P-Value</i>	R
3	Tmax (°C)	0,877	0,029
	Tmin (°C)	0,386	0,161
	Amp. T	0,635	-0,089
4	Tmax (°C)	0,825	0,041
	Tmin (°C)	0,066	-0,335
	Amp. T	0,102	0,299
5	Tmax (°C)	0,240	-0,217
	Tmin (°C)	0,306	0,190
	Amp. T	0,042	-0,367
6	Tmax (°C)	0,595	-0,099
	Tmin (°C)	0,357	0,171
	Amp. T	0,247	-0,214
7	Tmax (°C)	0,628	0,091
	Tmin (°C)	0,072	-0,328
	Amp. T	0,111	0,292
8	Tmax (°C)	0,692	0,074
	Tmin (°C)	0,003	-0,517
	Amp. T	0,037	0,376
9	Tmax (°C)	0,001	-0,582
	Tmin (°C)	0,053	-0,351
	Amp. T	0,059	-0,342
10	Tmax (°C)	0,602	-0,097
	Tmin (°C)	0,330	-0,181
	Amp. T	0,950	0,012

Através da análise da tabela 4.6, é possível observar que no mês de maio apenas na linha 5, 8 e 9, as variáveis da temperatura têm uma correlação muito boa com a fiabilidade esperada, uma vez que apenas nestas linhas o *p-value* é inferior a 0,05, e os valores absolutos de *r* são superiores a 0,3.

Tabela 4. 7 - Valores de *p-value* e do coeficiente *r* para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada no mês de maio; valores de *p-value* inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	<i>P-Value</i>	R
3	Hmáx (%)	0,373	0,166
	Hmin (%)	0,955	-0,011
	Amp. H	0,367	0,168
4	Hmáx (%)	0,358	-0,171
	Hmin (%)	0,144	-0,269
	Amp. H	0,208	0,233
5	Hmáx (%)	0,014	0,436
	Hmin (%)	0,006	0,483
	Amp. H	0,090	-0,310
6	Hmáx (%)	0,001	0,582
	Hmin (%)	0,007	0,477
	Amp. H	0,431	-0,147
7	Hmáx (%)	0,545	0,113
	Hmin (%)	0,239	-0,218
	Amp. H	0,010	0,454
8	Hmáx (%)	0,559	0,109
	Hmin (%)	0,167	-0,254
	Amp. H	0,004	0,508
9	Hmáx (%)	0,192	0,241
	Hmin (%)	0,009	0,459
	Amp. H	0,031	-0,389
10	Hmáx (%)	0,086	0,314
	Hmin (%)	0,019	0,420
	Amp. H	0,260	-0,209

Analisando a tabela 4.7, verifica-se correlações significativas em praticamente todas as linhas (linhas 5 a 10 apresentam *p-value* menor que 0,05) e com coeficientes de correlação

em termos absolutos que traduzem muito boas correlações entre as variáveis da humidade e da fiabilidade esperada no NDtech.

Quando se realizou o teste de *Pearson* aos dados do mês de maio, sem discriminação da linha, obtiveram-se os dados explicitados na tabela 4.8.

Tabela 4. 8 - Valores dos p-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech no mês de maio; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Variáveis	P-Value	R
Tmáx (°C)	0,915	-0,007
Tmin (°C)	0,016	-0,152
Amp. T	0,161	0,089
Hmáx (%)	0,027	0,140
Hmin (%)	0,907	-0,008
Amp. H	0,011	0,161

Pelos dados apresentados na tabela 4.8, verifica-se que quando se analisam dados de produção do NDtech como um universo global e, portanto, sem separar por linhas, a temperatura mínima, a humidade máxima e a amplitude da humidade apresentam uma boa correlação com a fiabilidade esperada, sendo os seus *p-values* inferiores a 0,05 e os seus valores absolutos de r todos inferiores a 0,3.

Mês de junho

No mês de junho, o teste de correlação de *Pearson* foi realizado à semelhança do mês de maio, obtendo-se os resultados apresentados nas tabelas 4.9 a 4.11.

Tabela 4. 9 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada no mês de junho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	P-Value	R
3	Tmax (°C)	0,114	0,295
	Tmin (°C)	0,177	0,253
	Amp. T	0,265	0,210
4	Tmax (°C)	0,194	0,244
	Tmin (°C)	0,092	0,313
	Amp. T	0,774	0,055
5	Tmax (°C)	0,542	0,116
	Tmin (°C)	0,440	0,146
	Amp. T	0,891	0,026
6	Tmax (°C)	0,285	0,202
	Tmin (°C)	0,269	0,208
	Amp. T	0,612	0,096
7	Tmax (°C)	0,653	0,086
	Tmin (°C)	0,547	0,114
	Amp. T	0,950	0,012
8	Tmax (°C)	0,810	-0,046
	Tmin (°C)	0,647	-0,087
	Amp. T	0,907	0,022
9	Tmax (°C)	0,048	0,364
	Tmin (°C)	0,138	0,277
	Amp. T	0,145	0,272
10	Tmax (°C)	0,057	0,351
	Tmin (°C)	0,263	0,211
	Amp. T	0,085	0,319

Tabela 4. 10 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada no mês de junho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	P-Value	R
3	Hmáx (%)	0,664	0,083
	Hmin (%)	0,583	0,104
	Amp. H	0,794	-0,050
4	Hmáx (%)	0,642	0,088
	Hmin (%)	0,956	0,011
	Amp. H	0,724	0,067
5	Hmáx (%)	0,396	-0,161
	Hmin (%)	0,059	-0,349
	Amp. H	0,142	0,275
6	Hmáx (%)	0,987	0,003
	Hmin (%)	0,994	-0,001
	Amp. H	0,980	0,005
7	Hmáx (%)	0,912	-0,021
	Hmin (%)	0,449	-0,143
	Amp. H	0,426	0,151
8	Hmáx (%)	0,915	-0,020
	Hmin (%)	0,671	-0,081
	Amp. H	0,708	0,071
9	Hmáx (%)	0,308	0,193
	Hmin (%)	0,964	-0,009
	Amp. H	0,219	0,231
10	Hmáx (%)	0,116	0,293
	Hmin (%)	0,883	-0,028
	Amp. H	0,041	0,375

Pela análise das tabelas 4.9 e 4.10, é de notar uma diminuição significativa do número de boas e muito boas correlações tanto das variáveis da temperatura como da humidade, e quando comparado com os mesmos tipos de análise do mês de maio. Em junho, apenas a linha 9 obteve uma muito boa correlação da temperatura com a fiabilidade esperada e apenas a linha 10 obteve uma muito boa correlação da humidade com a fiabilidade esperada.

Tabela 4. 11 - Valores dos *p*-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech no mês de junho; valores de *p*-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Variáveis	<i>P-Value</i>	R
Tmáx (°C)	0,042	0,132
Tmin (°C)	0,122	0,100
Amp. T	0,135	0,097
Hmáx (%)	0,549	0,039
Hmin (%)	0,478	-0,046
Amp. H	0,149	0,093

Analisando a tabela 4.11, à semelhança do que aconteceu no mês de maio, o teste de correlação de Pearson revelou uma diminuição do número de correlações. Quando se tratam os dados de produção do NDtech como um universo geral, em junho, apenas a temperatura máxima obteve uma boa correlação com a fiabilidade esperada, sendo o seu *p-value* de 0,042 e o seu coeficiente de correlação de 0,132.

Mês de julho

No mês de julho, os testes de correlação de Pearson deram origem aos resultados apresentados nas tabelas 4.12 a 4.14.

Tabela 4. 12 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada no mês de julho; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	P-Value	R
3	Tmax (°C)	0,886	0,027
	Tmin (°C)	0,536	-0,115
	Amp. T	0,364	0,169
4	Tmax (°C)	0,029	0,392
	Tmin (°C)	0,099	0,302
	Amp. T	0,133	0,276
5	Tmax (°C)	0,597	0,099
	Tmin (°C)	0,997	-0,001
	Amp. T	0,481	0,131
6	Tmax (°C)	0,906	0,022
	Tmin (°C)	0,990	-0,002
	Amp. T	0,840	0,038
7	Tmax (°C)	0,720	-0,067
	Tmin (°C)	0,079	-0,320
	Amp. T	0,181	0,247
8	Tmax (°C)	0,803	0,047
	Tmin (°C)	0,527	-0,118
	Amp. T	0,265	0,207
9	Tmax (°C)	0,353	-0,173
	Tmin (°C)	0,934	-0,015
	Amp. T	0,152	-0,264
10	Tmax (°C)	0,864	0,032
	Tmin (°C)	0,960	-0,009
	Amp. T	0,745	0,061

Tabela 4. 13 - Valores de *p-value* e do coeficiente *r* para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada no mês de julho; valores de *p-value* inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	<i>P-Value</i>	R
3	Hmáx (%)	0,643	-0,087
	Hmin (%)	0,197	-0,238
	Amp. H	0,166	0,255
4	Hmáx (%)	0,830	0,040
	Hmin (%)	0,178	-0,248
	Amp. H	0,069	0,331
5	Hmáx (%)	0,389	-0,160
	Hmin (%)	0,659	-0,083
	Amp. H	0,897	0,024
6	Hmáx (%)	0,908	-0,022
	Hmin (%)	0,310	-0,189
	Amp. H	0,212	0,230
7	Hmáx (%)	0,792	0,049
	Hmin (%)	0,918	-0,019
	Amp. H	0,786	0,051
8	Hmáx (%)	0,375	-0,165
	Hmin (%)	0,609	-0,096
	Amp. H	0,859	0,033
9	Hmáx (%)	0,724	0,066
	Hmin (%)	0,416	0,151
	Amp. H	0,396	-0,158
10	Hmáx (%)	0,154	0,262
	Hmin (%)	0,774	0,054
	Amp. H	0,653	0,084

Observando as tabelas 4.12 e 4.13, constata-se que o mês de julho tem um comportamento muito semelhante ao mês de junho. De todas as correlações das variáveis de temperatura e de humidade de cada linha, destaca-se apenas os resultados da linha 4 que apresenta uma muito boa correlação entre a temperatura e a fiabilidade esperada, apresentando um *p-value* de 0,029 e um coeficiente de correlação de 0,392.

Tabela 4. 14 - Valores dos *p-values* e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech no mês de julho; valores de *p-value* inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Variáveis	<i>P-Value</i>	R
T_{máx} (°C)	0,575	0,036
T_{min} (°C)	0,267	-0,071
Amp. T	0,050	0,125
H_{máx} (%)	0,051	0,124
H_{min} (%)	0,913	-0,007
Amp. H	0,089	0,108

No mês de julho, a análise de dados da tabela 4.14, revela um comportamento semelhante ao obtido nos meses anteriores, existindo apenas uma boa correlação, quando se tratam os dados de produção do NDtech como um universo geral. A amplitude térmica, em julho, foi a única variável que obteve uma boa correlação com a fiabilidade esperada, sendo o seu *p-value* igual ao valor de α (0,05) e o seu coeficiente de correlação de 0,125.

Análise estatística incluindo os dados de todas as linhas ao longo dos 3 meses estudados

Nestes testes de correlações também foi feita uma análise tendo em conta dois cenários bastante próximo da realidade do NDtech: um, incluindo os dados recolhidos ao longo dos 3 meses, mas discriminados por linha; outro, tendo em conta os dados globais dos meses em estudo sem discriminar as linhas. Assim, tendo em conta estas amostragens mais significativas de produção em contínuo, obtiveram-se os *p-value* e coeficientes de correlação apresentados nas tabelas 4.15 a 4.17.

Tabela 4. 15 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da temperatura em função da fiabilidade esperada da reunião de dados dos 3 meses; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	P-Value	R
3	Tmax (°C)	0,027	-0,231
	Tmin (°C)	0,034	-0,221
	Amp. T	0,173	-0,143
4	Tmax (°C)	0,539	0,065
	Tmin (°C)	0,906	-0,012
	Amp. T	0,184	0,140
5	Tmax (°C)	0,860	-0,019
	Tmin (°C)	0,439	0,082
	Amp. T	0,222	-0,129
6	Tmax (°C)	0,037	0,218
	Tmin (°C)	0,003	0,305
	Amp. T	0,858	0,019
7	Tmax (°C)	0,421	0,085
	Tmin (°C)	0,668	-0,045
	Amp. T	0,059	0,197
8	Tmax (°C)	0,738	0,035
	Tmin (°C)	0,169	-0,145
	Amp. T	0,038	0,217
9	Tmax (°C)	0,000	-0,367
	Tmin (°C)	0,021	-0,241
	Amp. T	0,001	-0,340
10	Tmax (°C)	0,687	0,043
	Tmin (°C)	0,631	0,051
	Amp. T	0,879	0,016

Tabela 4. 16 - Valores de p-value e do coeficiente r para as variáveis da humidade em função da fiabilidade esperada da reunião de dados dos 3 meses; valores de p-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Linha	Variáveis	P-Value	R
3	Hmáx (%)	0,707	0,040
	Hmin (%)	0,815	-0,025
	Amp. H	0,540	0,065
4	Hmáx (%)	0,874	-0,017
	Hmin (%)	0,127	-0,160
	Amp. H	0,052	0,203
5	Hmáx (%)	0,151	0,151
	Hmin (%)	0,125	0,161
	Amp. H	0,368	-0,095
6	Hmáx (%)	<0,0001	0,432
	Hmin (%)	0,021	0,240
	Amp. H	0,669	0,045
7	Hmáx (%)	0,281	0,114
	Hmin (%)	0,419	-0,085
	Amp. H	0,042	0,212
8	Hmáx (%)	0,726	0,037
	Hmin (%)	0,225	-0,128
	Amp. H	0,058	0,198
9	Hmáx (%)	0,079	-0,184
	Hmin (%)	0,415	0,086
	Amp. H	0,004	-0,298
10	Hmáx (%)	0,042	0,212
	Hmin (%)	0,044	0,210
	Amp. H	0,798	-0,027

Quando se reúnem os dados relativos aos 3 meses em estudo, observa-se um aumento significativo do número de boas e muito boas correlações das variáveis com a fiabilidade esperada, em relação às mesmas análises realizadas nos meses de junho e julho em separado.

Através da análise da tabela 4.15, é possível observar nas linhas 3, 6, 8 e 9 que as variáveis da temperatura têm uma correlação boa ou muito boa com a fiabilidade esperada, sendo que os valores absolutos de r são entre 0,2 e 0,4. Pela dados da tabela 4.16, é de salientar as boas e muito boas correlações das variáveis da humidade com a fiabilidade nas linhas 6, 7, 9 e 10.

Tabela 4. 17 - Valores dos *p*-values e do coeficiente de correlação dos dados de produção do NDtech da reunião de dados dos 3 meses; valores de *p*-value inferiores a 0,05 (valor de α) apresentados a negrito

Variáveis	<i>P-Value</i>	R
Tmáx (°C)	0,121	-0,057
Tmin (°C)	0,009	-0,096
Amp. T	0,724	0,013
Hmáx (%)	0,064	0,068
Hmin (%)	0,839	0,007
Amp. H	0,121	0,057

Reunindo os dados dos 3 meses (tabela 4.17) considerando, portanto, o NDtech como um todo e não separado por linhas, apenas a temperatura mínima obteve uma boa correlação com a fiabilidade esperada, sendo o valor absoluto de coeficiente de correlação de 0,096.

Pelos resultados obtidos no teste de correlação de Pearson, incluindo todos os dados recolhidos do NDtech ao longo dos 3 meses de análise, estatisticamente é verificada que a temperatura mínima, que sofre variações consideráveis ao longo do tempo, pode de facto ter alguma influência na fiabilidade esperada do NDtech. Como o coeficiente de correlação obtido é um valor negativo, significa que a temperatura mínima e a fiabilidade esperada são inversamente proporcionais, isto é quanto menor a temperatura mínima maior a sua fiabilidade esperada.

4.4.1 Correlações importantes das variáveis da humidade e da temperatura com a fiabilidade esperada

Em termos globais, a maioria das correlações obtidas entre as variáveis em estudo com a fiabilidade esperada do NDtech, foram estatisticamente não significativas (*p*-value > 0,05). Nas tabelas 4.18 a 4.22, são apresentadas apenas as correlações significativas que resultaram dos testes de correlação de Pearson, das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada realizados nos meses de maio, junho, julho, em separado, e para cada uma das linhas e feitos com todos os dados dos 3 meses discriminados por linhas.

Tabela 4. 18 - Valores das correlações estatisticamente significativas das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada no mês de maio

Linha	Matriz correlação	R
5	Amp. T	-0,367
8	Tmin (°C)	-0,517
8	Amp. T	0,376
9	Tmáx (°C)	-0,582
5	Hmáx (%)	0,436
5	Hmin (%)	0,483
6	Hmáx (%)	0,582
6	Hmin (%)	0,477
7	Amp. H	0,454
8	Amp. H	0,508
9	Hmin (%)	0,459
9	Amp. H	-0,389
10	Hmin (%)	0,420

Tabela 4. 19 - Valores das correlações estatisticamente significativas das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada no mês de junho

Linha	Matriz correlação	R
9	Tmáx (°C)	0,364
10	Amp. H	0,375

Tabela 4. 20 - Valores das correlações estatisticamente significativas das variáveis temperatura e humidade com a fiabilidade esperada no mês de julho

Linha	Matriz correlação	R
4	Tmáx (°C)	0,392

Tabela 4. 21 - Valores das correlações estatisticamente significativas da variável temperatura com a fiabilidade esperada tendo em conta todos os dados recolhidos ao longo dos 3 meses

Linha	Matriz correlação	R
3	Tmáx (°C)	-0,231
3	Tmin (°C)	-0,221
6	Tmáx (°C)	0,218
6	Tmin (°C)	0,305
8	Amp. T	0,217
9	Tmáx (°C)	-0,367
9	Tmin (°C)	-0,241
9	Amp. T	-0,340

Tabela 4. 22 - Valores das correlações estatisticamente significativas da variável humidade com a fiabilidade esperada tendo em conta todos os dados recolhidos ao longo dos 3 meses

Linha	Matriz correlação	R
6	Hmáx (%)	0,432
6	Hmin (%)	0,240
7	Amp. H	0,212
9	Amp. H	-0,298
10	Hmáx (%)	0,212
10	Hmin (%)	0,210

Como se pode verificar pelos dados anteriormente apresentados, quando se tratam estatisticamente os dados discriminando a linha e o mês, as linhas 5 a 9 são as que apresentam melhores correlações com a fiabilidade esperada. Esta constatação está de acordo com o que é possível observar no layout do NDtech (e que se pode observar na figura 3.1), uma vez que estas linhas são as menos suscetíveis às variações da temperatura e humidade ambientais pois estão mais distanciadas das portas de acesso ao NDtech. Pelo contrário as linhas 3, 4 e 10 como se encontram mesmo junto a portas de acesso, e, portanto, sofrem variações ambientais mais acentuadas, são as que apresentam piores correlações com a fiabilidade esperada.

É de elevada importância que os parâmetros de temperatura e da humidade das linhas tenham uma correlação significativa com a fiabilidade esperada. Isto significa que o controlo das condições ambientais dentro do NDtech seja imperativo pois vão influenciar os valores de fiabilidade esperada. Controlando estes parâmetros consegue-se aumentar a fiabilidade esperada, obtendo-se valores ainda melhores do que os atualmente obtidos, particularmente quando há maiores variações da temperatura e de humidade ambientais.

Uma das formas mais óbvias de se obter melhores fiabilidades esperadas das linhas que se encontram perto dos acessos ao NDtech, seria afastá-las o máximo possível das portas, minimizando a suscetibilidade dessas linhas ao ambiente fora do NDtech. Como isso envolveria uma remodelação e desmantelamento das linhas de produção e não parece existir grande espaço para onde as deslocar, esta solução obrigaria a grandes tempos de paragem que poderiam não só implicar a paragem dessas 3 linhas de produção do NDtech como de outras para os eventuais reajustes necessários. Isto, traduzir-se-ia numa queda considerável da produtividade durante um período de tempo incerto.

A limitação do acesso ao NDtech por uma só porta, por exemplo, pela porta junto à extremidade do NDtech 2.0 (figura 3.1), seria uma boa opção para minimizar as variações de temperatura a que as linhas 3, 4 e 10 estão sujeitas e que conseqüentemente influenciam os resultados da fiabilidade esperada. Assim, era possível que estes resultados se aproximassem mais dos 100%, significando uma produção ótima do NDtech. É de denotar que tanto a porta localizada na extremidade do NDtech 2.0 bem como a que está junto à linha de produção 1 devem ser tidas em conta uma vez que, não estão junto a nenhuma linha das incluídas neste estudo, mas estão juntas a outras linhas de produção do NDtech. Portanto, podem de igual

forma influenciar os resultados de fiabilidade esperada. Assim, limitar o acesso ao NDtech por uma só porta pode não ser uma solução definitiva. Isto, porque até que melhore os resultados das linhas estudadas, pode não resolver o problema completo do NDtech. Por outro lado, em termos logísticos, é de todo necessário os vários acessos ao NDtech que existem.

Outra opção que até parece ser a mais eficaz em tornar o ambiente dentro do NDtech mais controlado, seria deslocar os acessos ao NDtech, tentando colocá-los em locais distanciados de todas as linhas de produção. Contudo, esta hipótese é a mais difícil de concretizar pois implicaria análise e alteração profundas da arquitetura da fábrica e do NDtech concretamente.

5. Conclusões e Sugestões para trabalho futuro

A cortiça, com todas as suas qualidades e características, tornou-se, ao longo dos tempos, o material de eleição para a vedação dos vinhos.

O único problema é que, desde a sua origem até à utilização no engarrafamento, a cortiça está exposta a inúmeros fatores que afetam a qualidade sensorial da rolha e, conseqüentemente, do vinho. O gosto a mofo, é o principal defeito encontrado no vinho resultante do seu contacto com as rolhas de cortiça.

Este defeito sensorial é causado, principalmente, pelo TCA devido à sua perceção sensorial muito baixa. Embora não apresente perigo nenhum para a saúde humana, o TCA provoca um sabor desagradável no vinho.

De forma a contornar este problema, a indústria corticeira criou um conjunto de medidas preventivas, curativas e de controlo de qualidade, com o objetivo de erradicar totalmente TCA das rolhas. Como uma medida de controlo de qualidade do TCA, a Amorim Cork desenvolveu a tecnologia NDtech.

O NDtech é uma tecnologia de cromatografia gasosa com um ciclo de análise individual de 15 segundos, onde qualquer rolha que apresente uma concentração de TCA superior a 0,5 ng/L é detetada, o que significa que todas as rolhas processadas com recurso a esta tecnologia têm garantia de TCA não detetável.

Com a promessa de entregar uma rolha sem TCA, todos os parâmetros que possam influenciar a análise cromatográfica do NDtech terão de ser monitorizados de forma a não terem uma significativa interferência no resultado. Dois desses parâmetros foram o objeto de estudo nesta dissertação, a humidade e a temperatura ambiente, cujo controlo é essencial para a obtenção de bons resultados no NDtech. Durante 3 meses, de maio a julho, a humidade e a temperatura ambientes foram cuidadosamente monitorizadas, através de sensores de temperatura/humidade instalados junto aos equipamentos, que traduziram a temperatura e humidade das linhas que se encontravam em produção.

Paralelamente, desenvolveu-se uma fórmula de cálculo da fiabilidade esperada no NDtech, que permitisse avaliar a performance dos equipamentos. Esta nova forma

percecionou a fiabilidade esperada como um produto de dois fatores de risco, sendo estes a quantidade real do grupo G3 e a existência de erros associados à contaminação do equipamento por TCA, denominados por *carry-overs*. A fiabilidade esperada foi calculada e monitorizada cuidadosamente durante os meses de maio, junho e julho.

Numa primeira abordagem, analisou-se os gráficos das variáveis da humidade e da temperatura em função da fiabilidade esperada durante o tempo. Nos meses de maio, junho e julho, através da análise dos gráficos, não se percecionou nenhuma relação visível entre a humidade e temperatura ambiente com a fiabilidade esperada.

Posteriormente, foi realizada uma análise estatística que relacionou os parâmetros de humidade e temperatura ambientes com a fiabilidade esperada.

Foram realizados testes de Shapiro-Wilk que revelaram a existência de uma tendência de distribuição não normal entre as variáveis em estudo.

Seguidamente, testes de Kruskal-Wallis foram realizados para se verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dados das linhas do NDtech. Reunindo os dados referentes aos 3 meses sujeitos a análise, salientou-se que tanto a humidade máxima como a amplitude térmica e da humidade, poderiam ter uma influência significativa nos resultados da fiabilidade esperada do NDtech.

Foram, por fim, realizados testes de correlação de Pearson para complementar as hipóteses formuladas a partir do teste de Kruskal-Wallis. O teste de correlação de Pearson teve como objetivo medir a significância e o grau de correlação linear entre duas variáveis quantitativas. Quando se considerou toda a população de dados dos três meses, a possível influência da temperatura e humidade tornou-se menos relevante. Contudo, quando se restringe a população de dados, por linha e por mês, foi mais notória a influência destes parâmetros.

Concluiu-se que, durante os 3 meses de análise olhando para o NDtech como um universo global, e não como 8 linhas de produção a trabalhar individualmente, apenas a temperatura mínima teve alguma influência na fiabilidade esperada do NDtech. Como estas duas variáveis se mostraram inversamente proporcionais, quanto menor for a temperatura mínima do NDtech, maior a fiabilidade esperada.

Concluiu-se ainda que, quando se tratou estatisticamente linha a linha ao longo dos meses em estudo, as linhas 5 a 9 foram as que apresentaram melhores correlações entre a fiabilidade esperada e as variáveis temperatura e humidade.

Esta conclusão fez sentido com o layout do NDtech, pois são as linhas que menos vão sofrer influência da temperatura e humidade ambientes uma vez que se encontram mais longe das portas de acesso ao NDtech. Por sua vez, as linhas 3, 4 e 10, como se encontram mesmo ao lado de portas, foram as mais suscetíveis às variações de temperatura e humidade do ambiente da fábrica.

Uma solução para este problema consiste no uso exclusivo das portas, que se encontram mais afastadas das linhas de produção, o que resultaria numa minimização bastante considerável da suscetibilidade das linhas em modo de produção à humidade e temperatura ambiente da fábrica. Isto significaria que as linhas 3, 4 e 10 já não sofreriam influência do ambiente fora do NDtech, o que levaria a uma melhor correlação destas linhas com a fiabilidade esperada. Contudo, não é uma solução que erradique o problema do NDtech uma vez que existem outras linhas de produção perto dessas portas de acesso. Deverá ser feita uma análise profunda da arquitetura da fábrica e do NDtech concretamente para eventualmente serem deslocadas as portas de acesso.

Com esta solução, seria possível a otimização das correlações de temperatura e da humidade ambiente das linhas, o que se traduziria numa influência positiva na fiabilidade esperada do NDtech. Assim sendo, seria possível aumentar a fiabilidade esperada, obtendo-se valores ainda mais perto dos 100%.

Bibliografia

1. AmorimCork. Sobre nós. [<https://www.amorim.com/pt/corticeira-amorim/sobre-nos/>]. Acedido em janeiro de 2022.
2. AmorimCork. Investidores. *Factsheet*. [<https://www.amorim.com/pt/investidores/factsheet/>]. Acedido em agosto de 2022.
3. AmorimCork. Sustentabilidade. Relatórios. Relatório de Sustentabilidade Amorim 2021. [https://www.amorim.com/xms/files/Sustentabilidade/Relatorio_de_Sustentabilidade_e_-Parte_do_RAC_2021-/2_PT_-_Relatorio_de_Sustentabilidade.pdf]. Acedido em agosto de 2022.
4. Knapic, Sofia; Oliveira, Vanda; Saporiti Machado, José; Pereira, Helena. (2015). *Cork as a builing material, a review*.
5. Pinho, F. (2018). *Validação de método para determinação de 2,4,6-tricloroanisol em rolhas HS-SPME-GC-ECD*. Mestrado em Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia do Porto. 100pp.
6. AmorimCork. Curiosidades. [<https://www.amorim.com/pt/cortica/curiosidades/>]. Acedido em fevereiro de 2022.
7. S. P. Silva, M. A. Sabino, E. M. Fernandes, V. M. Correlo, L. F. Boesel, R. L. Reis, (2005). *Cork: properties, capabilities and applications*. International Materials Reviews 2005 Vol. 50 N° 6
8. Silva, M. (2013). *O 2,4,6-tricloroanisol extraído de rolhas de cortiça para solução etanólica*. Mestrado em Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 74pp.
9. Silva, S.P., Sabino, M.A., Fernandes, E.M., Correlo, V.M., Boesel, L.F., Reis R.L., (2005). *Cork: properties, capabilities and applications*. International Materials, Reviews 2005. 50pp.
10. Sousa, E. (2017). *Avaliação do potencial de técnicas de análise individual de rolhas de cortiça para o uso em controlo de qualidade*. Mestrado Integrado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 69pp.
11. APCOR. (2015). *Manual Técnico - Rolhas*. 56pp.

12. AmorimCork. Portfolio. NDtech.
[<https://www.amorimcork.com/pt/portfolio/d/ndtech/231/>] Acedido em agosto de 2022.
13. AmorimCork. Matéria-Prima e Processo Industrial.
[[<https://www.amorimcork.com/pt/a-cortica-e-o-vinho/materia-prima-e-processo-productivo/>]]. Acedido em março de 2022.
14. APCOR. Rolhas naturais. [<https://www.apcor.pt/cortica/processo-de-transformacao/percurso-industrial/rolhas-naturais/>]. Acedido em fevereiro de 2022.
15. Ribeiro, C. (2016). *Deteção individual de TCA: Implementação e validação de um sistema para análise de rolhas naturais e de champanhe*. Mestrado de Tecnologia e Ciência Alimentar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 73pp.
16. Rossa, M. (2020). *Projeto de equipamento industrial para extração de TCA de rolhas de cortiça natural*. Mestrado em Engenharia Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 110pp.
17. AmorimCork. A Cortiça e o Vinho - Naturity e Xpür.
[<https://www.amorimcork.com/pt/a-cortica-e-o-vinho/naturity-e-xpur/>]. Acedido em março de 2022.
18. AmorimCork. Investidores - Comunicados.
[https://www.amorim.com/xms/files/v1/Investidores/7_Comunicados/CorticeiraAmorimNaturityXpurPT.pdf]. Acedido em março de 2022.
19. Alves, D. (2020). *Dimensionamento e otimização de um fluxo produtivo na indústria corticeira*. Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Aveiro. 95pp.
20. Guimarães, I. (2015). *Deteção individual de TCA em rolhas de cortiça: otimização de um sistema para análise de rolhas naturais*. Mestrado Integrado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 67pp.
21. Vasconcelos, B. (2012). *Migração de 2,4,6-tca através de rolhas neutrocork para um vinho e implementação do método de análise para MDMP*. Mestrado em Engenharia Alimentar, Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica. 62pp.

22. Lopes, T. (2008). *Estudos de Migração do 2,4,6-tricloroanisol através de vedantes*. Mestrado Integrado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 63pp.
23. Celiege. (n.d.) *Código Internacional das Práticas Rolheiras. European Cork Federation*. Versão 6.03. 94pp.
24. Ferreira, N. (2018). *Erradicação de 2,4,6-Tricloroanisol em granulados de cortiça*. Mestrado em Engenharia Química, Universidade de Aveiro. 70pp.
25. Ferreira, A. (2020). *Métodos alternativos de determinação de 2,4,6-tricloroanisol em rolhas de cortiça*. Mestrado em Métodos Avançados e Acreditação em Análise Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 58pp.
26. Silva, A. (2014). *Novos desenvolvimentos na deteção individual de 2,4,6-Tricloroanisol em rolhas de cortiça*. Mestrado Integrado em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 71pp.
27. AmorimCork. Notícias. [<https://www.amorim.com/pt/media/noticias/corticeira-amorim-lanca-rolhas-naturais-com-garantia-de-tca-nao-detetavel/1512/>]. Acedido em março de 2022.
28. Lopes, M. de M., Castelo Branco, V. T. F., Soares, J. B. (2013). *Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação*. *TRANSPORTES*, 21(1), 59–66.
29. Corder, G., Foreman, D. (2009). *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians*. John Wiley & Sons, Inc, 99-121.
30. Sousa, A. (2019). *Coeficiente de Correlação de Pearson e Coeficiente de correlação de Spearman. O que medem e em que situações devem ser utilizados?*. Correio dos Açores.

Anexo A – Exemplo de cálculo da humidade e da temperatura de cada linha

Neste anexo, serão apresentados os exemplos de cálculo da humidade e temperatura das linhas 3 a 10, do dia 1 de maio de 2022. Sendo que os valores de humidade e temperatura do resto dos dias referentes aos meses de maio até julho, foram calculados da mesma maneira.

A partir do *Power BI*, extraiu-se os dados de humidade dos sensores 8048 e 8050, visto que são os únicos que serão utilizados para o cálculo de cada linha, representados na tabela A.1.

Tabela A. 1 - Valores da humidade ambiente dos sensores 8048 e 8050

Data e hora	Humidade (%)	Sensor	Data e hora	Humidade (%)	Sensor
01/05/2022 00:10	38,2	8048	01/05/2022 00:12	35,6	8050
01/05/2022 00:25	38,1	8048	01/05/2022 00:27	35,1	8050
01/05/2022 00:40	37,9	8048	01/05/2022 00:42	35,3	8050
01/05/2022 00:55	36,3	8048	01/05/2022 00:57	35,4	8050
01/05/2022 01:10	35,3	8048	01/05/2022 01:12	35,3	8050
01/05/2022 01:25	34,7	8048	01/05/2022 01:27	35,3	8050
01/05/2022 01:40	34,5	8048	01/05/2022 01:42	35,1	8050
01/05/2022 01:55	34,1	8048	01/05/2022 01:57	34,8	8050
01/05/2022 02:10	34,0	8048	01/05/2022 02:12	34,9	8050
01/05/2022 02:25	34,0	8048	01/05/2022 02:27	34,9	8050
01/05/2022 02:40	34,0	8048	01/05/2022 02:42	35,4	8050
01/05/2022 02:55	33,7	8048	01/05/2022 02:57	35,4	8050
01/05/2022 03:10	33,4	8048	01/05/2022 03:12	34,8	8050
01/05/2022 03:25	33,4	8048	01/05/2022 03:27	34,8	8050
01/05/2022 03:40	33,3	8048	01/05/2022 03:42	34,7	8050
01/05/2022 03:55	33,1	8048	01/05/2022 03:57	34,8	8050
01/05/2022 04:10	33,1	8048	01/05/2022 04:12	35,1	8050
01/05/2022 04:25	33,1	8048	01/05/2022 04:27	34,8	8050
01/05/2022 04:40	33,0	8048	01/05/2022 04:42	34,8	8050
01/05/2022 04:55	32,9	8048	01/05/2022 04:57	34,9	8050
01/05/2022 05:10	32,9	8048	01/05/2022 05:12	34,7	8050
01/05/2022 05:25	32,9	8048	01/05/2022 05:27	34,9	8050
01/05/2022 05:40	32,8	8048	01/05/2022 05:42	34,7	8050
01/05/2022 05:55	32,6	8048	01/05/2022 05:57	34,4	8050

01/05/2022 06:10	32,4	8048	01/05/2022 06:12	34,2	8050
01/05/2022 06:25	32,4	8048	01/05/2022 06:27	34,3	8050
01/05/2022 06:40	32,2	8048	01/05/2022 06:42	33,7	8050
01/05/2022 06:55	32,0	8048	01/05/2022 06:57	33,7	8050
01/05/2022 07:10	32,0	8048	01/05/2022 07:12	33,7	8050
01/05/2022 07:25	31,8	8048	01/05/2022 07:27	33,5	8050
01/05/2022 07:40	31,8	8048	01/05/2022 07:42	33,3	8050
01/05/2022 07:55	31,7	8048	01/05/2022 07:57	33,3	8050
01/05/2022 08:10	31,7	8048	01/05/2022 08:12	33,1	8050
01/05/2022 08:25	33,1	8048	01/05/2022 08:27	33,2	8050
01/05/2022 08:40	34,1	8048	01/05/2022 08:42	33,1	8050
01/05/2022 08:55	34,2	8048	01/05/2022 08:57	33,2	8050
01/05/2022 09:10	33,7	8048	01/05/2022 09:12	33,2	8050
01/05/2022 09:25	32,8	8048	01/05/2022 09:27	33,2	8050
01/05/2022 09:40	32,3	8048	01/05/2022 09:42	33,0	8050
01/05/2022 09:55	32,0	8048	01/05/2022 09:57	33,5	8050
01/05/2022 10:10	31,8	8048	01/05/2022 10:12	33,6	8050
01/05/2022 10:25	31,7	8048	01/05/2022 10:27	33,5	8050
01/05/2022 10:40	31,4	8048	01/05/2022 10:42	33,2	8050
01/05/2022 10:55	31,4	8048	01/05/2022 10:57	33,2	8050
01/05/2022 11:10	32,0	8048	01/05/2022 11:12	33,1	8050
01/05/2022 11:25	33,4	8048	01/05/2022 11:27	33,2	8050
01/05/2022 11:40	33,7	8048	01/05/2022 11:42	32,9	8050
01/05/2022 11:55	34,1	8048	01/05/2022 11:57	32,9	8050
01/05/2022 12:10	34,5	8048	01/05/2022 12:12	32,9	8050
01/05/2022 12:25	34,1	8048	01/05/2022 12:27	32,5	8050
01/05/2022 12:40	34,7	8048	01/05/2022 12:42	32,7	8050
01/05/2022 12:55	34,3	8048	01/05/2022 12:57	32,5	8050
01/05/2022 13:10	35,3	8048	01/05/2022 13:12	32,5	8050
01/05/2022 13:25	35,2	8048	01/05/2022 13:27	32,5	8050
01/05/2022 13:40	35,4	8048	01/05/2022 13:42	32,4	8050
01/05/2022 13:55	35,7	8048	01/05/2022 13:57	32,5	8050
01/05/2022 14:10	35,9	8048	01/05/2022 14:12	32,9	8050
01/05/2022 14:25	35,9	8048	01/05/2022 14:27	33,1	8050
01/05/2022 14:40	36,1	8048	01/05/2022 14:42	33,2	8050
01/05/2022 14:55	36,3	8048	01/05/2022 14:57	33,5	8050
01/05/2022 15:10	36,9	8048	01/05/2022 15:12	33,7	8050
01/05/2022 15:25	37,4	8048	01/05/2022 15:27	33,7	8050
01/05/2022 15:40	37,0	8048	01/05/2022 15:42	34,1	8050
01/05/2022 15:55	36,9	8048	01/05/2022 15:57	33,9	8050
01/05/2022 16:10	36,5	8048	01/05/2022 16:12	33,9	8050
01/05/2022 16:25	36,5	8048	01/05/2022 16:27	33,9	8050
01/05/2022 16:40	36,9	8048	01/05/2022 16:42	34,1	8050

01/05/2022 16:55	36,8	8048	01/05/2022 16:57	33,9	8050
01/05/2022 17:10	36,1	8048	01/05/2022 17:12	33,6	8050
01/05/2022 17:25	36,5	8048	01/05/2022 17:27	33,6	8050
01/05/2022 17:40	35,8	8048	01/05/2022 17:42	33,3	8050
01/05/2022 17:55	36,6	8048	01/05/2022 17:57	33,3	8050
01/05/2022 18:10	36,6	8048	01/05/2022 18:12	33,0	8050
01/05/2022 18:25	36,4	8048	01/05/2022 18:27	33,3	8050
01/05/2022 18:40	35,7	8048	01/05/2022 18:42	32,9	8050
01/05/2022 18:55	35,4	8048	01/05/2022 18:57	33,0	8050
01/05/2022 19:10	35,6	8048	01/05/2022 19:12	32,7	8050
01/05/2022 19:25	35,7	8048	01/05/2022 19:27	33,1	8050
01/05/2022 19:40	35,8	8048	01/05/2022 19:42	32,9	8050
01/05/2022 19:55	35,2	8048	01/05/2022 19:57	33,0	8050
01/05/2022 20:10	35,7	8048	01/05/2022 20:12	33,1	8050
01/05/2022 20:25	35,7	8048	01/05/2022 20:27	33,0	8050
01/05/2022 20:40	35,4	8048	01/05/2022 20:42	32,7	8050
01/05/2022 20:55	35,4	8048	01/05/2022 20:57	33,1	8050
01/05/2022 21:10	35,6	8048	01/05/2022 21:12	33,2	8050
01/05/2022 21:25	35,4	8048	01/05/2022 21:27	33,5	8050
01/05/2022 21:40	35,4	8048	01/05/2022 21:42	33,2	8050
01/05/2022 21:55	35,2	8048	01/05/2022 21:57	33,0	8050
01/05/2022 22:10	35,3	8048	01/05/2022 22:12	33,1	8050
01/05/2022 22:25	35,3	8048	01/05/2022 22:27	33,1	8050
01/05/2022 22:40	35,3	8048	01/05/2022 22:42	33,2	8050
01/05/2022 22:55	35,4	8048	01/05/2022 22:57	33,5	8050
01/05/2022 23:10	35,8	8048	01/05/2022 23:12	33,6	8050
01/05/2022 23:25	35,6	8048	01/05/2022 23:27	33,7	8050
01/05/2022 23:40	35,4	8048	01/05/2022 23:42	34,1	8050
01/05/2022 23:55	35,8	8048	01/05/2022 23:57	34,3	8050

A partir dos resultados da tabela A.1 e como se quer apenas o valor máximo e mínimo de cada dia, obtém-se os máximos e mínimos da humidade ambiente do dia 1 de maio de 2022, dos sensores 8048 e 8050, apresentados na tabela A.2.

Tabela A. 2 - Valores máximos e mínimos da humidade relativos aos sensores 8048 e 8050

Sensores	Humidade máxima (%)	Humidade mínima (%)
8048	38,20	31,40
8050	35,60	32,40

Tendo estes valores, e usando como referência as ponderações necessárias para o cálculo da humidade de cada linha apresentados na tabela 3.1, obtém-se os valores de humidade – máxima e mínima – de cada linha, para o dia 1 de maio, como se pode verificar na tabela A.3.

Tabela A. 3 - Valores de humidade máxima e mínima de cada linha

Linhas	Humidade máxima (%)	Humidade mínima (%)
3	35,60	32,40
4	35,60	32,40
5	36,03	32,23
6	36,47	32,07
7	36,90	31,90
8	37,33	31,73
9	37,77	31,57
10	38,20	31,40

Temos, por fim, os valores da humidade máxima e mínima referentes a cada linha, que serão posteriormente alvo de estudo e análise.

Para calcular os valores de temperatura máxima e mínima, o procedimento é exatamente o mesmo, tendo-se obtido os resultados apresentados na tabela A.4.

Tabela A. 4 - Valores de temperatura máxima e mínima de cada linha

Linhas	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
3	26,06	25,07
4	26,06	25,07
5	26,18	25,14
6	26,30	25,21
7	26,43	25,28
8	26,55	25,34
9	26,67	25,41
10	26,79	25,48

Anexo B – Exemplo de cálculo da fiabilidade esperada para cada linha

Neste anexo, será apresentada a tabela B.1, onde constam os resultados obtidos para a fiabilidade esperada da linha 3 no mês de maio, tendo em conta os valores dos fatores de risco.

O mesmo processo foi realizado para as restantes linhas e meses alvo de análise, mudando apenas as percentagens de G3 e de *carry-overs* obtidas através da folha de cálculo correspondente a cada linha.

Para o cálculo da percentagem de *carry-over* (C.O.) real foi aplicado um fator de 23% da percentagem de C.O. calculada, e para o cálculo da % G3 real foi aplicado um fator de 50% da % G3 calculada.

A fiabilidade esperada é a diferença entre a fiabilidade real de 100% e o fator de risco, que por sua vez é o produto da %C.O. real e da % G3 real.

Tabela B. 1 - Cálculo da fiabilidade esperada para cada dia do mês de maio da linha 3

Dia	% C.O. calculada	% C.O. real	% G3 calculada	% G3 real	Fator de risco	Fiabilidade real	Fiabilidade esperada
1	0,61%	0,14%	0,28%	0,14%	0,00020%	100%	99,99980%
2	1,40%	0,32%	0,70%	0,35%	0,00113%	100%	99,99887%
3	0,80%	0,18%	1,00%	0,50%	0,00092%	100%	99,99908%
4	3,58%	0,82%	1,03%	0,52%	0,00424%	100%	99,99576%
5	5,55%	1,28%	1,52%	0,76%	0,00970%	100%	99,99030%
6	10,84%	2,49%	3,17%	1,59%	0,03952%	100%	99,96048%
7	0,75%	0,17%	0,74%	0,37%	0,00064%	100%	99,99936%

AMORIM CORK

8	2,91%	0,67%	1,76%	0,88%	0,00589%	100%	99,99411%
9	0,65%	0,15%	0,85%	0,43%	0,00064%	100%	99,99936%
10	0,26%	0,06%	0,44%	0,22%	0,00013%	100%	99,99987%
11	0,51%	0,12%	0,43%	0,22%	0,00025%	100%	99,99975%
12	0,27%	0,06%	0,45%	0,23%	0,00014%	100%	99,99986%
13	0,55%	0,13%	0,45%	0,23%	0,00028%	100%	99,99972%
14	2,58%	0,59%	0,55%	0,28%	0,00163%	100%	99,99837%
15	0,78%	0,18%	0,52%	0,26%	0,00047%	100%	99,99953%
16	0,26%	0,06%	0,37%	0,19%	0,00011%	100%	99,99989%
17	0,03%	0,01%	0,25%	0,13%	0,00001%	100%	99,99999%
18	0,41%	0,09%	0,31%	0,16%	0,00015%	100%	99,99985%
19	2,40%	0,55%	1,21%	0,61%	0,00334%	100%	99,99666%
20	1,52%	0,35%	1,58%	0,79%	0,00276%	100%	99,99724%
21	1,60%	0,37%	1,58%	0,79%	0,00291%	100%	99,99709%
22	2,31%	0,53%	1,27%	0,64%	0,00337%	100%	99,99663%
23	0,95%	0,22%	0,72%	0,36%	0,00079%	100%	99,99921%
24	1,15%	0,26%	1,13%	0,57%	0,00149%	100%	99,99851%
25	0,52%	0,12%	0,95%	0,48%	0,00057%	100%	99,99943%
26	0,36%	0,08%	0,21%	0,11%	0,00009%	100%	99,99991%
27	0,72%	0,17%	0,69%	0,35%	0,00057%	100%	99,99943%
28	0,28%	0,06%	0,17%	0,09%	0,00005%	100%	99,99995%
29	0,24%	0,06%	0,19%	0,10%	0,00005%	100%	99,99995%
30	1,13%	0,26%	0,76%	0,38%	0,00099%	100%	99,99901%
31	3,04%	0,70%	1,27%	0,64%	0,00444%	100%	99,99556%

Anexo C – Resultados obtidos para as várias variáveis em estudo nos meses de maio, junho e julho

Neste anexo, serão apresentados os resultados obtidos para as variáveis da humidade, da temperatura e da fiabilidade esperada nos meses de maio, junho e julho de cada linha de produção.

Mês de maio

Nas tabelas C.1 a C.8, vão ser apresentados os dados obtidos nas diferentes linhas no mês de maio.

Tabela C. 1 - Resultados obtidos na linha 3 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	3	26,06	25,07	0,99	35,60	32,40	3,20	99,99980
02/mai	3	26,51	24,6	1,91	35,50	30,00	5,50	99,99887
03/mai	3	27,45	24,58	2,87	34,50	29,50	5,00	99,99908
04/mai	3	27,94	24,9	3,04	34,40	26,20	8,20	99,99576
05/mai	3	28,02	25,01	3,01	35,40	30,50	4,90	99,99030
06/mai	3	27,98	24,64	3,34	38,30	34,30	4,00	99,96048
07/mai	3	27,59	24,45	3,14	39,00	29,20	9,80	99,99936
08/mai	3	28,54	24,34	4,20	38,70	29,20	9,50	99,99411
09/mai	3	28,77	25,05	3,72	42,00	34,20	7,80	99,99936
10/mai	3	28,34	25,24	3,10	41,60	35,60	6,00	99,99987
11/mai	3	27,81	24,92	2,89	41,20	35,30	5,90	99,99975
12/mai	3	27,53	24,81	2,72	41,40	33,70	7,70	99,99986
13/mai	3	27,92	24,06	3,86	41,40	30,50	10,90	99,99972
14/mai	3	28,24	24,75	3,49	42,40	33,90	8,50	99,99837
15/mai	3	26,68	25,09	1,59	41,00	37,50	3,50	99,99953
16/mai	3	27,49	25,48	2,01	42,90	38,90	4,00	99,99989

AMORIM CORK

17/mai	3	28,13	25,91	2,22	42,30	39,00	3,30	99,99999
18/mai	3	27,13	25,52	1,61	42,60	36,90	5,70	99,99985
19/mai	3	28,17	24,99	3,18	40,40	32,90	7,50	99,99666
20/mai	3	29,91	24,96	4,95	41,50	37,40	4,10	99,99724
21/mai	3	28,84	27,07	1,77	40,00	36,50	3,50	99,99709
22/mai	3	28,13	26,40	1,73	40,20	37,50	2,70	99,99663
23/mai	3	27,30	25,54	1,76	39,80	35,90	3,90	99,99921
24/mai	3	27,20	24,41	2,79	39,20	34,90	4,30	99,99851
25/mai	3	28,19	24,26	3,93	39,70	31,80	7,90	99,99943
26/mai	3	30,55	25,65	4,90	38,60	28,40	10,20	99,99991
27/mai	3	32,85	26,57	6,28	37,90	23,50	14,40	99,99943
28/mai	3	31,58	27,57	4,01	34,70	26,90	7,80	99,99995
29/mai	3	28,19	27,09	1,10	40,00	34,10	5,90	99,99995
30/mai	3	27,94	26,49	1,45	41,20	38,30	2,90	99,99901
31/mai	3	28,84	26,49	2,35	42,20	39,00	3,20	99,99556

Tabela C. 2 - Resultados obtidos na linha 4 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	4	26,06	25,07	0,99	35,60	32,40	3,20	99,99932
02/mai	4	26,51	24,60	1,91	35,50	30,00	5,50	99,99929
03/mai	4	27,45	24,58	2,87	34,50	29,50	5,00	99,99897
04/mai	4	27,94	24,90	3,04	34,40	26,20	8,20	99,99898
05/mai	4	28,02	25,01	3,01	35,40	30,50	4,90	99,99886
06/mai	4	27,98	24,64	3,34	38,30	34,30	4,00	99,99416
07/mai	4	27,59	24,45	3,14	39,00	29,20	9,80	99,99936

AMORIM CORK

08/mai	4	28,54	24,34	4,20	38,70	29,20	9,50	99,99946
09/mai	4	28,77	25,05	3,72	42,00	34,20	7,80	99,99990
10/mai	4	28,34	25,24	3,10	41,60	35,60	6,00	99,99978
11/mai	4	27,81	24,92	2,89	41,20	35,30	5,90	99,99984
12/mai	4	27,53	24,81	2,72	41,40	33,70	7,70	99,99999
13/mai	4	27,92	24,06	3,86	41,40	30,50	10,90	99,99995
14/mai	4	28,24	24,75	3,49	42,40	33,90	8,50	99,99976
15/mai	4	26,68	25,09	1,59	41,00	37,50	3,50	99,99990
16/mai	4	27,49	25,48	2,01	42,90	38,90	4,00	99,98451
17/mai	4	28,13	25,91	2,22	42,30	39,00	3,30	99,99997
18/mai	4	27,13	25,52	1,61	42,60	36,90	5,70	99,99978
19/mai	4	28,17	24,99	3,18	40,40	32,90	7,50	99,99917
20/mai	4	29,91	24,96	4,95	41,50	37,40	4,10	99,99777
21/mai	4	28,84	27,07	1,77	40,00	36,50	3,50	99,99999
22/mai	4	28,13	26,40	1,73	40,20	37,50	2,70	99,99994
23/mai	4	27,30	25,54	1,76	39,80	35,90	3,90	99,99598
24/mai	4	27,20	24,41	2,79	39,20	34,90	4,30	99,99926
25/mai	4	28,19	24,26	3,93	39,70	31,80	7,90	99,99990
26/mai	4	30,55	25,65	4,90	38,60	28,40	10,20	99,99987
27/mai	4	32,85	26,57	6,28	37,90	23,50	14,40	99,99823
28/mai	4	31,58	27,57	4,01	34,70	26,90	7,80	99,99895
29/mai	4	28,19	27,09	1,10	40,00	34,10	5,90	99,98389
30/mai	4	27,94	26,49	1,45	41,20	38,30	2,90	99,99490
31/mai	4	28,84	26,49	2,35	42,20	39,00	3,20	99,99492

AMORIM CORK

Tabela C. 3 - Resultados obtidos na linha 5 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	5	26,18	25,14	1,04	36,03	32,23	3,80	99,99910
02/mai	5	26,80	24,64	2,16	35,72	29,77	5,95	99,99729
03/mai	5	27,70	24,60	3,10	35,13	30,02	5,11	99,99233
04/mai	5	28,19	24,99	3,20	35,02	26,77	8,25	99,99668
05/mai	5	28,38	25,09	3,29	35,95	30,78	5,17	99,99831
06/mai	5	28,29	24,77	3,52	38,53	34,27	4,26	99,99657
07/mai	5	27,73	24,38	3,35	39,08	29,22	9,86	99,99961
08/mai	5	28,72	24,27	4,45	38,60	29,05	9,55	99,99826
09/mai	5	28,88	25,00	3,88	42,15	34,08	8,07	99,99784
10/mai	5	28,47	25,26	3,21	41,35	35,28	6,07	99,99575
11/mai	5	27,93	24,95	2,98	41,08	34,98	6,10	99,99554
12/mai	5	27,76	24,80	2,96	41,23	33,48	7,75	99,99660
13/mai	5	28,17	24,13	4,04	41,18	30,27	10,91	99,99799
14/mai	5	28,52	24,82	3,70	43,07	34,07	9,00	99,99925
15/mai	5	26,78	25,09	1,69	42,10	37,48	4,62	99,99887
16/mai	5	27,51	25,34	2,17	43,25	38,90	4,35	99,99842
17/mai	5	28,19	25,89	2,30	42,28	38,97	3,31	99,99922
18/mai	5	27,17	25,46	1,71	42,63	36,85	5,78	99,99934
19/mai	5	28,19	24,82	3,37	40,80	32,93	7,87	99,99991
20/mai	5	30,08	24,72	5,36	42,42	37,52	4,90	99,99986
21/mai	5	28,82	26,86	1,96	41,43	36,82	4,61	99,99981
22/mai	5	28,00	26,16	1,84	41,62	38,90	2,72	99,99983
23/mai	5	27,28	25,41	1,87	41,40	35,57	5,83	99,99722
24/mai	5	27,10	24,32	2,78	39,35	34,90	4,45	99,99460
25/mai	5	28,17	24,17	4,00	39,85	31,80	8,05	99,99672
26/mai	5	30,65	25,49	5,16	38,82	28,58	10,24	99,99452

AMORIM CORK

27/mai	5	32,74	26,46	6,28	38,08	23,83	14,25	99,99429
28/mai	5	31,57	27,45	4,12	34,87	27,13	7,74	99,99763
29/mai	5	28,15	27,03	1,12	39,77	34,18	5,59	99,99815
30/mai	5	27,91	26,43	1,48	40,92	38,17	2,75	99,99913
31/mai	5	28,80	26,45	2,35	41,98	38,95	3,03	99,99915

Tabela C. 4 - Resultados obtidos na linha 6 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	6	26,30	25,21	1,09	36,47	32,07	4,40	99,99922
02/mai	6	27,09	24,69	2,40	35,93	29,53	6,40	99,99619
03/mai	6	27,95	24,62	3,33	35,77	30,53	5,24	99,99206
04/mai	6	28,44	25,09	3,35	35,63	27,33	8,30	99,99789
05/mai	6	28,74	25,17	3,57	36,50	31,07	5,43	99,99892
06/mai	6	28,60	24,89	3,71	38,77	34,23	4,54	99,99965
07/mai	6	27,86	24,31	3,55	39,17	29,23	9,94	99,99976
08/mai	6	28,90	24,19	4,71	38,50	28,90	9,60	99,99955
09/mai	6	28,99	24,94	4,05	42,30	33,97	8,33	99,99920
10/mai	6	28,61	25,28	3,33	41,10	34,97	6,13	99,99835
11/mai	6	28,05	24,97	3,08	40,97	34,67	6,30	99,99932
12/mai	6	27,99	24,79	3,20	41,07	33,27	7,80	99,99961
13/mai	6	28,41	24,20	4,21	40,97	30,03	10,94	99,99866
14/mai	6	28,80	24,88	3,92	43,73	34,23	9,50	99,99987
15/mai	6	26,89	25,08	1,81	43,20	37,47	5,73	99,99990
16/mai	6	27,52	25,19	2,33	43,60	38,90	4,70	99,99994
17/mai	6	28,25	25,86	2,39	42,27	38,93	3,34	99,99952
18/mai	6	27,20	25,41	1,79	42,67	36,80	5,87	99,99998

AMORIM CORK

19/mai	6	28,20	24,65	3,55	41,20	32,97	8,23	99,99995
20/mai	6	30,24	24,47	5,77	43,33	37,63	5,70	99,99997
21/mai	6	28,80	26,65	2,15	42,87	37,13	5,74	99,99999
22/mai	6	27,87	25,91	1,96	43,03	40,30	2,73	99,99993
23/mai	6	27,25	25,27	1,98	43,00	35,63	7,37	99,99948
24/mai	6	27,01	24,24	2,77	39,50	34,90	4,60	99,99794
25/mai	6	28,15	24,09	4,06	40,00	31,80	8,20	99,99844
26/mai	6	30,74	25,33	5,41	39,03	28,77	10,26	99,99775
27/mai	6	32,64	26,36	6,28	38,27	24,17	14,10	99,99687
28/mai	6	31,57	27,33	4,24	35,03	27,37	7,66	99,99918
29/mai	6	28,11	26,98	1,13	39,53	34,27	5,26	99,99969
30/mai	6	27,87	26,37	1,50	40,63	38,03	2,60	99,99963
31/mai	6	28,75	26,41	2,34	41,77	38,90	2,87	99,99924

Tabela C. 5 - Resultados obtidos na linha 7 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	7	26,43	25,28	1,15	36,90	31,90	5,00	99,99583
02/mai	7	27,39	24,73	2,66	36,15	29,30	6,85	99,99434
03/mai	7	28,20	24,64	3,56	36,40	31,05	5,35	99,99162
04/mai	7	28,69	25,18	3,51	36,25	27,90	8,35	99,99632
05/mai	7	29,11	25,26	3,85	37,05	31,35	5,70	99,99875
06/mai	7	28,91	25,02	3,89	39,00	34,20	4,80	99,99738
07/mai	7	28,00	24,25	3,75	39,25	29,25	10,00	99,99893
08/mai	7	29,08	24,12	4,96	38,40	28,75	9,65	99,99992
09/mai	7	29,10	24,89	4,21	42,45	33,85	8,60	99,99996
10/mai	7	28,74	25,30	3,44	40,85	34,65	6,20	99,99982

AMORIM CORK

11/mai	7	28,17	25,00	3,17	40,85	34,35	6,50	99,99722
12/mai	7	28,22	24,78	3,44	40,90	33,05	7,85	99,99892
13/mai	7	28,66	24,28	4,38	40,75	29,80	10,95	99,99795
14/mai	7	29,09	24,95	4,14	44,40	34,40	10,00	99,99988
15/mai	7	26,99	25,08	1,91	44,30	37,45	6,85	99,99976
16/mai	7	27,54	25,05	2,49	43,95	38,90	5,05	99,99994
17/mai	7	28,32	25,84	2,48	42,25	38,90	3,35	99,99993
18/mai	7	27,24	25,35	1,89	42,70	36,75	5,95	99,99954
19/mai	7	28,22	24,49	3,73	41,60	33,00	8,60	99,99971
20/mai	7	30,41	24,23	6,18	44,25	37,75	6,50	99,99980
21/mai	7	28,78	26,44	2,34	44,30	37,45	6,85	99,99963
22/mai	7	27,74	25,67	2,07	44,45	41,70	2,75	99,99896
23/mai	7	27,23	25,14	2,09	44,60	35,70	8,90	99,99849
24/mai	7	26,91	24,15	2,76	39,65	34,90	4,75	99,99944
25/mai	7	28,13	24,00	4,13	40,15	31,80	8,35	99,99975
26/mai	7	30,84	25,17	5,67	39,25	28,95	10,30	99,99973
27/mai	7	32,53	26,25	6,28	38,45	24,50	13,95	99,99945
28/mai	7	31,56	27,21	4,35	35,20	27,60	7,60	99,99846
29/mai	7	28,08	26,92	1,16	39,30	34,35	4,95	99,99827
30/mai	7	27,84	26,31	1,53	40,35	37,90	2,45	99,97995
31/mai	7	28,71	26,37	2,34	41,55	38,85	2,70	99,96738

AMORIM CORK

Tabela C. 6 - Resultados obtidos na linha 8 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	8	26,55	25,34	1,21	37,33	31,73	5,60	99,99983
02/mai	8	27,68	24,77	2,91	36,37	29,07	7,30	99,99728
03/mai	8	28,45	24,65	3,80	37,03	31,57	5,46	99,99779
04/mai	8	28,94	25,27	3,67	36,87	28,47	8,40	99,99903
05/mai	8	29,47	25,34	4,13	37,60	31,63	5,97	99,99925
06/mai	8	29,21	25,15	4,06	39,23	34,17	5,06	99,99898
07/mai	8	28,14	24,18	3,96	39,33	29,27	10,06	99,99997
08/mai	8	29,25	24,04	5,21	38,30	28,60	9,70	99,99997
09/mai	8	29,20	24,84	4,36	42,60	33,73	8,87	99,99996
10/mai	8	28,87	25,31	3,56	40,60	34,33	6,27	99,99982
11/mai	8	28,28	25,02	3,26	40,73	34,03	6,70	99,99909
12/mai	8	28,44	24,77	3,67	40,73	32,83	7,90	99,99939
13/mai	8	28,91	24,35	4,56	40,53	29,57	10,96	99,99940
14/mai	8	29,37	25,01	4,36	45,07	34,57	10,50	99,99997
15/mai	8	27,09	25,08	2,01	45,40	37,43	7,97	99,99973
16/mai	8	27,56	24,91	2,65	44,30	38,90	5,40	99,99960
17/mai	8	28,38	25,81	2,57	42,23	38,87	3,36	99,99995
18/mai	8	27,28	25,29	1,99	42,73	36,70	6,03	99,99999
19/mai	8	28,23	24,32	3,91	42,00	33,03	8,97	99,99977
20/mai	8	30,57	23,98	6,59	45,17	37,87	7,30	99,99956
21/mai	8	28,75	26,22	2,53	45,73	37,77	7,96	99,99971
22/mai	8	27,61	25,43	2,18	45,87	43,10	2,77	99,99929
23/mai	8	27,20	25,00	2,20	46,20	35,77	10,43	99,99993
24/mai	8	26,81	24,06	2,75	39,80	34,90	4,90	99,99995

AMORIM CORK

25/mai	8	28,11	23,91	4,20	40,30	31,80	8,50	99,99969
26/mai	8	30,94	25,01	5,93	39,47	29,13	10,34	99,99998
27/mai	8	32,42	26,14	6,28	38,63	24,83	13,80	99,99927
28/mai	8	31,55	27,09	4,46	35,37	27,83	7,54	99,99838
29/mai	8	28,04	26,86	1,18	39,07	34,43	4,64	99,98628
30/mai	8	27,81	26,24	1,57	40,07	37,77	2,30	99,98452
31/mai	8	28,67	26,33	2,34	41,33	38,80	2,53	99,97606

Tabela C. 7 - Resultados obtidos na linha 9 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	9	26,67	25,41	1,26	37,77	31,57	6,20	99,99976
02/mai	9	27,97	24,82	3,15	36,58	28,83	7,75	99,99956
03/mai	9	28,70	24,67	4,03	37,67	32,08	5,59	99,99963
04/mai	9	29,19	25,37	3,82	37,48	29,03	8,45	99,99928
05/mai	9	29,83	25,42	4,41	38,15	31,92	6,23	99,99923
06/mai	9	29,52	25,27	4,25	39,47	34,13	5,34	99,99960
07/mai	9	28,27	24,11	4,16	39,42	29,28	10,14	99,99995
08/mai	9	29,43	23,97	5,46	38,20	28,45	9,75	99,99981
09/mai	9	29,31	24,78	4,53	42,75	33,62	9,13	99,99969
10/mai	9	29,01	25,33	3,68	40,35	34,02	6,33	99,99990
11/mai	9	28,40	25,05	3,35	40,62	33,72	6,90	99,99977
12/mai	9	28,67	24,76	3,91	40,57	32,62	7,95	99,99961
13/mai	9	29,15	24,42	4,73	40,32	29,33	10,99	99,99961
14/mai	9	29,65	25,08	4,57	45,73	34,73	11,00	99,99983
15/mai	9	27,20	25,07	2,13	46,50	37,42	9,08	99,99997
16/mai	9	27,57	24,76	2,81	44,65	38,90	5,75	99,99999
17/mai	9	28,44	25,79	2,65	42,22	38,83	3,39	99,99998

AMORIM CORK

18/mai	9	27,31	25,24	2,07	42,77	36,65	6,12	99,99986
19/mai	9	28,25	24,15	4,10	42,40	33,07	9,33	99,99997
20/mai	9	30,74	23,74	7,00	46,08	37,98	8,10	99,99991
21/mai	9	28,73	26,01	2,72	47,17	38,08	9,09	99,99990
22/mai	9	27,48	25,18	2,30	47,28	44,50	2,78	99,99926
23/mai	9	27,18	24,87	2,31	47,80	35,83	11,97	99,99885
24/mai	9	26,72	23,98	2,74	39,95	34,90	5,05	99,99934
25/mai	9	28,09	23,83	4,26	40,45	31,80	8,65	99,99960
26/mai	9	31,03	24,85	6,18	39,68	29,32	10,36	99,99878
27/mai	9	32,32	26,04	6,28	38,82	25,17	13,65	99,99091
28/mai	9	31,55	26,97	4,58	35,53	28,07	7,46	99,99707
29/mai	9	28,00	26,81	1,19	38,83	34,52	4,31	99,99862
30/mai	9	27,74	26,18	1,56	39,78	37,63	2,15	99,99977
31/mai	9	28,62	26,29	2,33	41,12	38,75	2,37	99,99986

Tabela C. 8 - Resultados obtidos na linha 10 em maio

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/mai	10	26,79	25,48	1,31	38,20	31,40	6,80	99,99776
02/mai	10	28,26	24,86	3,40	36,80	28,60	8,20	99,99534
03/mai	10	28,95	24,69	4,26	38,30	32,60	5,70	99,99344
04/mai	10	29,44	25,46	3,98	38,10	29,60	8,50	99,99510
05/mai	10	30,19	25,50	4,69	38,70	32,20	6,50	99,99663
06/mai	10	29,83	25,40	4,43	39,70	34,10	5,60	99,99928
07/mai	10	28,41	24,04	4,37	39,50	29,30	10,20	99,99963
08/mai	10	29,61	23,89	5,72	38,10	28,30	9,80	99,99876
09/mai	10	29,42	24,73	4,69	42,90	33,50	9,40	99,99997

AMORIM CORK

10/mai	10	29,14	25,35	3,79	40,10	33,70	6,40	99,99975
11/mai	10	28,52	25,07	3,45	40,50	33,40	7,10	99,99911
12/mai	10	28,90	24,75	4,15	40,40	32,40	8,00	99,99925
13/mai	10	29,40	24,49	4,91	40,10	29,10	11,00	99,99837
14/mai	10	29,93	25,14	4,79	46,40	34,90	11,50	99,99901
15/mai	10	27,30	25,07	2,23	47,60	37,40	10,20	99,99792
16/mai	10	27,59	24,62	2,97	45,00	38,90	6,10	99,99990
17/mai	10	28,50	25,76	2,74	42,20	38,80	3,40	99,99958
18/mai	10	27,35	25,18	2,17	42,80	36,60	6,20	99,99921
19/mai	10	28,26	23,98	4,28	42,80	33,10	9,70	99,99782
20/mai	10	30,90	23,49	7,41	47,00	38,10	8,90	99,99995
21/mai	10	28,71	25,80	2,91	48,60	38,40	10,20	99,99938
22/mai	10	27,35	24,94	2,41	48,70	45,90	2,80	99,99966
23/mai	10	27,15	24,73	2,42	49,40	35,90	13,50	99,99208
24/mai	10	26,62	23,89	2,73	40,10	34,90	5,20	99,99168
25/mai	10	28,07	23,74	4,33	40,60	31,80	8,80	99,99672
26/mai	10	31,13	24,69	6,44	39,90	29,50	10,40	99,99825
27/mai	10	32,21	25,93	6,28	39,00	25,50	13,50	99,99112
28/mai	10	31,54	26,85	4,69	35,70	28,30	7,40	99,99260
29/mai	10	27,96	26,75	1,21	38,60	34,60	4,00	99,99468
30/mai	10	27,74	26,12	1,62	39,50	37,50	2,00	99,99802
31/mai	10	28,58	26,25	2,33	40,90	38,70	2,20	99,99958

Mês de junho

Nas tabelas C.9 a C.16, vão ser apresentados os dados obtidos nas diferentes linhas no mês de junho.

Tabela C. 9 - Resultados obtidos na linha 3 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	3	28,45	26,66	1,79	42,70	37,10	5,60	99,98964
02/jun	3	28,34	26,36	1,98	42,60	36,80	5,80	99,98760
03/jun	3	28,13	26,04	2,09	41,50	35,70	5,80	99,99779
04/jun	3	28,30	26,38	1,92	42,30	37,50	4,80	99,99785
05/jun	3	28,34	26,21	2,13	41,50	34,30	7,20	99,99302
06/jun	3	28,77	25,44	3,33	42,10	38,90	3,20	99,99556
07/jun	3	29,03	26,53	2,50	42,30	35,10	7,20	99,99976
08/jun	3	28,58	26,75	1,83	45,20	39,90	5,30	99,99992
09/jun	3	30,45	27,24	3,21	44,00	39,90	4,10	99,99974
10/jun	3	30,92	27,45	3,47	45,00	37,80	7,20	99,99954
11/jun	3	31,28	27,70	3,58	42,70	37,40	5,30	99,99985
12/jun	3	31,97	27,85	4,12	42,00	37,80	4,20	99,99983
13/jun	3	32,91	28,69	4,22	43,60	30,80	12,80	99,99890
14/jun	3	30,27	28,60	1,67	42,00	37,40	4,60	99,99948
15/jun	3	30,98	27,70	3,28	45,90	39,00	6,90	99,99901
16/jun	3	29,78	27,76	2,02	44,60	39,30	5,30	99,99954
17/jun	3	29,91	27,11	2,80	42,70	38,30	4,40	99,99971
18/jun	3	29,65	27,15	2,50	42,00	36,60	5,40	99,99920
19/jun	3	28,64	26,60	2,04	42,30	37,10	5,20	99,99870
20/jun	3	27,94	25,87	2,07	39,20	35,70	3,50	99,99967

AMORIM CORK

21/jun	3	28,32	26,45	1,87	41,20	37,50	3,70	99,99997
22/jun	3	28,84	26,85	1,99	43,40	39,00	4,40	99,99946
23/jun	3	28,24	26,70	1,54	42,30	38,40	3,90	99,99982
24/jun	3	29,14	26,27	2,87	42,40	38,30	4,10	99,99991
25/jun	3	28,58	26,57	2,01	42,20	32,10	10,10	99,99945
26/jun	3	28,49	25,82	2,67	37,50	30,70	6,80	99,99868
27/jun	3	28,77	25,48	3,29	38,30	33,60	4,70	99,99710
28/jun	3	28,77	25,76	3,01	42,10	36,50	5,60	99,99947
29/jun	3	28,54	26,42	2,12	43,40	36,30	7,10	99,99907
30/jun	3	28,41	25,61	2,80	40,50	36,90	3,60	99,99887

Tabela C. 10 - Resultados obtidos na linha 4 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	4	28,45	26,66	1,79	42,70	37,10	5,60	99,99751
02/jun	4	28,34	26,36	1,98	42,60	36,80	5,80	99,99723
03/jun	4	28,13	26,04	2,09	41,50	35,70	5,80	99,99900
04/jun	4	28,30	26,38	1,92	42,30	37,50	4,80	99,99881
05/jun	4	28,34	26,21	2,13	41,50	34,30	7,20	99,99646
06/jun	4	28,77	25,44	3,33	42,10	38,90	3,20	99,99855
07/jun	4	29,03	26,53	2,50	42,30	35,10	7,20	99,99917
08/jun	4	28,58	26,75	1,83	45,20	39,90	5,30	99,99911
09/jun	4	30,45	27,24	3,21	44,00	39,90	4,10	99,99902
10/jun	4	30,92	27,45	3,47	45,00	37,80	7,20	99,99848
11/jun	4	31,28	27,70	3,58	42,70	37,40	5,30	99,99862
12/jun	4	31,97	27,85	4,12	42,00	37,80	4,20	99,99981
13/jun	4	32,91	28,69	4,22	43,60	30,80	12,80	99,99984
14/jun	4	30,27	28,60	1,67	42,00	37,40	4,60	99,99993

AMORIM CORK

15/jun	4	30,98	27,70	3,28	45,90	39,00	6,90	99,99996
16/jun	4	29,78	27,76	2,02	44,60	39,30	5,30	99,99960
17/jun	4	29,91	27,11	2,80	42,70	38,30	4,40	99,99906
18/jun	4	29,65	27,15	2,50	42,00	36,60	5,40	99,99906
19/jun	4	28,64	26,60	2,04	42,30	37,10	5,20	99,99882
20/jun	4	27,94	25,87	2,07	39,20	35,70	3,50	99,99991
21/jun	4	28,32	26,45	1,87	41,20	37,50	3,70	99,99957
22/jun	4	28,84	26,85	1,99	43,40	39,00	4,40	99,99958
23/jun	4	28,24	26,70	1,54	42,30	38,40	3,90	99,99993
24/jun	4	29,14	26,27	2,87	42,40	38,30	4,10	99,99974
25/jun	4	28,58	26,57	2,01	42,20	32,10	10,10	99,99955
26/jun	4	28,49	25,82	2,67	37,50	30,70	6,80	99,99940
27/jun	4	28,77	25,48	3,29	38,30	33,60	4,70	99,99943
28/jun	4	28,77	25,76	3,01	42,10	36,50	5,60	99,99966
29/jun	4	28,54	26,42	2,12	43,40	36,30	7,10	99,99175
30/jun	4	28,41	25,61	2,80	40,50	36,90	3,60	99,98698

Tabela C. 11 - Resultados obtidos na linha 5 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	5	28,48	26,59	1,89	42,50	37,10	5,40	99,99948
02/jun	5	28,41	26,30	2,11	42,32	36,72	5,60	99,99928
03/jun	5	28,22	25,95	2,27	41,37	35,68	5,69	99,99873
04/jun	5	28,28	26,33	1,95	43,10	38,00	5,10	99,99988
05/jun	5	28,42	26,18	2,24	41,27	34,20	7,07	99,99955
06/jun	5	28,89	25,39	3,50	41,90	38,73	3,17	99,99863
07/jun	5	29,20	26,50	2,70	42,18	35,03	7,15	99,99794
08/jun	5	28,69	26,77	1,92	45,12	39,75	5,37	99,99634

AMORIM CORK

09/jun	5	30,62	27,13	3,49	44,85	39,57	5,28	99,99757
10/jun	5	31,11	27,46	3,65	45,03	37,57	7,46	99,99930
11/jun	5	31,41	27,56	3,85	43,63	38,12	5,51	99,99750
12/jun	5	32,09	27,70	4,39	43,18	37,85	5,33	99,99932
13/jun	5	33,01	28,65	4,36	43,63	31,00	12,63	99,99976
14/jun	5	30,43	28,61	1,82	41,88	37,35	4,53	99,99955
15/jun	5	31,09	27,71	3,38	45,90	38,85	7,05	99,99945
16/jun	5	29,80	27,95	1,85	44,47	39,18	5,29	99,99937
17/jun	5	29,98	27,11	2,87	42,62	38,17	4,45	99,99934
18/jun	5	29,73	27,14	2,59	41,95	36,47	5,48	99,99959
19/jun	5	28,68	26,55	2,13	42,20	37,08	5,12	99,99730
20/jun	5	27,89	25,74	2,15	39,37	35,80	3,57	99,99746
21/jun	5	28,26	26,29	1,97	41,28	37,53	3,75	99,99968
22/jun	5	28,82	26,73	2,09	43,40	38,78	4,62	99,99724
23/jun	5	28,18	26,59	1,59	42,22	38,23	3,99	99,99961
24/jun	5	29,14	26,12	3,02	42,60	38,02	4,58	99,99771
25/jun	5	28,55	26,45	2,10	42,02	32,03	9,99	99,99908
26/jun	5	28,38	25,65	2,73	37,63	30,72	6,91	99,99972
27/jun	5	28,73	25,26	3,47	38,77	33,62	5,15	99,99938
28/jun	5	28,71	25,59	3,12	41,90	36,28	5,62	99,99969
29/jun	5	28,44	26,27	2,17	43,30	36,13	7,17	99,99915
30/jun	5	28,30	25,43	2,87	40,53	36,73	3,80	99,99767

Tabela C. 12 - Resultados obtidos na linha 6 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	6	28,51	26,51	2,00	42,30	37,10	5,20	99,99951
02/jun	6	28,48	26,25	2,23	42,03	36,63	5,40	99,99978
03/jun	6	28,32	25,86	2,46	41,23	35,67	5,56	99,99869
04/jun	6	28,27	26,27	2,00	43,50	38,25	5,25	99,99954
05/jun	6	28,51	26,15	2,36	41,03	34,10	6,93	99,99939
06/jun	6	29,01	25,33	3,68	41,70	38,57	3,13	99,99916
07/jun	6	29,36	26,47	2,89	42,07	34,97	7,10	99,99982
08/jun	6	28,80	26,78	2,02	45,03	39,60	5,43	99,99483
09/jun	6	30,79	27,02	3,77	45,70	39,23	6,47	99,99948
10/jun	6	31,31	27,47	3,84	45,07	37,33	7,74	99,99911
11/jun	6	31,54	27,42	4,12	44,57	38,83	5,74	99,99978
12/jun	6	32,21	27,55	4,66	44,37	37,90	6,47	99,99971
13/jun	6	33,11	28,60	4,51	43,67	31,20	12,47	99,99965
14/jun	6	30,59	28,62	1,97	41,77	37,30	4,47	99,99978
15/jun	6	31,19	27,71	3,48	45,90	38,70	7,20	99,99991
16/jun	6	29,82	27,95	1,87	44,33	39,07	5,26	99,99994
17/jun	6	30,05	27,12	2,93	42,53	38,03	4,50	100,00000
18/jun	6	29,80	27,14	2,66	41,90	36,33	5,57	100,00000
19/jun	6	28,71	26,50	2,21	42,10	37,07	5,03	100,00000
20/jun	6	27,84	25,60	2,24	39,53	35,90	3,63	99,99985
21/jun	6	28,19	26,13	2,06	41,37	37,57	3,80	99,99924
22/jun	6	28,80	26,01	2,79	43,40	38,57	4,83	99,99986
23/jun	6	28,13	26,49	1,64	42,13	38,07	4,06	99,99980

AMORIM CORK

24/jun	6	29,15	25,96	3,19	42,80	37,73	5,07	99,99979
25/jun	6	28,51	26,34	2,17	41,83	31,97	9,86	99,99981
26/jun	6	28,27	25,48	2,79	37,77	30,73	7,04	99,99817
27/jun	6	28,68	25,04	3,64	39,23	33,63	5,60	99,99839
28/jun	6	28,66	25,42	3,24	41,70	36,07	5,63	99,99909
29/jun	6	28,35	26,12	2,23	43,20	35,97	7,23	99,99900
30/jun	6	28,19	25,25	2,94	40,57	36,57	4,00	99,99949

Tabela C. 13 - Resultados obtidos na linha 7 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	7	28,54	26,44	2,10	42,10	37,10	5,00	99,99996
02/jun	7	28,56	26,19	2,37	41,75	36,55	5,20	99,99976
03/jun	7	28,41	25,77	2,64	41,10	35,65	5,45	99,99924
04/jun	7	28,25	26,22	2,03	43,50	38,25	5,25	99,99751
05/jun	7	28,59	26,12	2,47	40,80	34,00	6,80	99,99946
06/jun	7	29,13	25,28	3,85	41,50	38,40	3,10	99,99980
07/jun	7	29,53	26,45	3,08	41,95	34,90	7,05	99,99823
08/jun	7	28,92	26,80	2,12	44,95	39,45	5,50	99,99866
09/jun	7	30,97	26,91	4,06	46,55	38,90	7,65	99,99874
10/jun	7	31,50	27,48	4,02	45,10	37,10	8,00	99,99611
11/jun	7	31,67	27,28	4,39	45,50	39,55	5,95	99,99984
12/jun	7	32,34	27,40	4,94	45,55	37,95	7,60	99,99989
13/jun	7	33,22	28,56	4,66	43,70	31,40	12,30	99,99966
14/jun	7	30,75	28,63	2,12	41,65	37,25	4,40	99,99966
15/jun	7	31,30	27,72	3,58	45,90	38,55	7,35	99,99913

AMORIM CORK

16/jun	7	29,84	27,94	1,90	44,20	38,95	5,25	99,99997
17/jun	7	30,13	27,12	3,01	42,45	37,90	4,55	99,99847
18/jun	7	29,88	27,13	2,75	41,85	36,20	5,65	99,99594
19/jun	7	28,75	26,45	2,30	42,00	37,05	4,95	99,99982
20/jun	7	27,79	25,47	2,32	39,70	36,00	3,70	99,99673
21/jun	7	28,13	25,98	2,15	41,45	37,60	3,85	99,98932
22/jun	7	28,78	26,49	2,29	43,40	38,35	5,05	99,99972
23/jun	7	28,07	26,38	1,69	42,05	37,90	4,15	99,99954
24/jun	7	29,15	25,81	3,34	43,00	37,45	5,55	99,98269
25/jun	7	28,48	26,22	2,26	41,65	31,90	9,75	99,99985
26/jun	7	28,16	25,31	2,85	37,90	30,75	7,15	99,99996
27/jun	7	28,64	24,82	3,82	39,70	33,65	6,05	99,99993
28/jun	7	28,60	25,26	3,34	41,50	35,85	5,65	99,99989
29/jun	7	28,25	25,97	2,28	43,10	35,80	7,30	99,99977
30/jun	7	28,08	25,08	3,00	40,60	36,40	4,20	99,99992

Tabela C. 14 - Resultados obtidos na linha 8 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	8	28,56	26,36	2,20	41,90	37,10	4,80	99,99666
02/jun	8	28,63	26,13	2,50	41,47	36,47	5,00	99,99970
03/jun	8	28,50	25,68	2,82	40,97	35,63	5,34	99,99997
04/jun	8	28,23	26,17	2,06	43,90	38,50	5,40	99,99854
05/jun	8	28,67	26,06	2,61	40,57	33,90	6,67	99,99850
06/jun	8	29,24	25,23	4,01	41,30	38,23	3,07	99,99978
07/jun	8	29,69	26,42	3,27	41,83	34,83	7,00	99,99946
08/jun	8	29,03	26,82	2,21	44,87	39,30	5,57	99,99984

AMORIM CORK

09/jun	8	31,14	26,80	4,34	47,40	38,57	8,83	99,99989
10/jun	8	31,69	27,49	4,20	45,13	36,87	8,26	99,99997
11/jun	8	31,80	27,13	4,67	46,43	40,27	6,16	99,99988
12/jun	8	32,46	27,24	5,22	46,73	38,00	8,73	99,99960
13/jun	8	33,32	28,52	4,80	43,73	31,60	12,13	99,99712
14/jun	8	30,90	28,63	2,27	41,53	37,20	4,33	99,99879
15/jun	8	31,40	27,73	3,67	45,90	38,45	7,45	99,99922
16/jun	8	29,85	27,93	1,92	44,07	38,83	5,24	99,99791
17/jun	8	30,20	27,12	3,08	42,37	37,77	4,60	99,98910
18/jun	8	29,95	27,12	2,83	41,80	36,07	5,73	99,99968
19/jun	8	28,79	26,40	2,39	41,90	37,03	4,87	99,99990
20/jun	8	27,74	25,34	2,40	39,87	36,10	3,77	99,99987
21/jun	8	28,07	25,82	2,25	41,53	37,63	3,90	99,99808
22/jun	8	28,75	26,36	2,39	43,40	38,13	5,27	99,99985
23/jun	8	28,01	26,27	1,74	41,97	37,73	4,24	99,99713
24/jun	8	29,15	25,66	3,49	43,20	37,17	6,03	99,98705
25/jun	8	28,44	26,10	2,34	41,47	31,83	9,64	99,99858
26/jun	8	28,05	25,13	2,92	38,03	30,77	7,26	99,99998
27/jun	8	28,59	24,59	4,00	40,17	33,67	6,50	99,99994
28/jun	8	28,54	25,09	3,45	41,30	35,63	5,67	99,99961
29/jun	8	28,15	25,82	2,33	43,00	35,63	7,37	99,99991
30/jun	8	27,96	24,90	3,06	40,63	36,23	4,40	99,99991

AMORIM CORK

Tabela C. 15 - Resultados obtidos na linha 9 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	9	28,59	26,29	2,30	41,70	37,10	4,60	99,99990
02/jun	9	28,70	26,08	2,62	41,18	36,38	4,80	99,99963
03/jun	9	28,60	25,59	3,01	40,83	35,62	5,21	99,99999
04/jun	9	28,22	26,11	2,11	44,30	38,75	5,55	99,99966
05/jun	9	28,76	26,05	2,71	40,33	33,80	6,53	99,99919
06/jun	9	29,36	25,17	4,19	41,10	38,07	3,03	99,99970
07/jun	9	29,86	26,39	3,47	41,72	34,77	6,95	99,99968
08/jun	9	29,14	26,83	2,31	44,78	39,15	5,63	99,99992
09/jun	9	31,31	26,69	4,62	48,25	38,23	10,02	99,99996
10/jun	9	31,89	27,50	4,39	45,17	36,63	8,54	100,00000
11/jun	9	31,93	26,99	4,94	47,37	40,98	6,39	99,99993
12/jun	9	32,58	27,09	5,49	47,92	38,05	9,87	99,99974
13/jun	9	33,42	28,47	4,95	43,77	31,80	11,97	99,99989
14/jun	9	31,06	28,64	2,42	41,42	37,15	4,27	99,99981
15/jun	9	31,51	27,73	3,78	45,90	38,25	7,65	99,99961
16/jun	9	29,87	27,93	1,94	43,93	38,72	5,21	99,99988
17/jun	9	30,27	27,13	3,14	42,28	37,63	4,65	99,99991
18/jun	9	30,03	27,12	2,91	41,75	35,93	5,82	99,99999
19/jun	9	28,82	26,35	2,47	41,80	37,02	4,78	99,99996
20/jun	9	27,69	25,20	2,49	40,03	36,20	3,83	99,99907
21/jun	9	28,00	25,66	2,34	41,62	37,67	3,95	99,99901
22/jun	9	28,73	26,24	2,49	43,40	37,92	5,48	99,99936
23/jun	9	27,96	26,17	1,79	41,88	37,57	4,31	99,99992
24/jun	9	29,16	25,50	3,66	43,40	36,88	6,52	99,99995
25/jun	9	28,41	25,99	2,42	41,28	31,77	9,51	99,99992
26/jun	9	27,94	24,96	2,98	38,17	30,78	7,39	99,99998

AMORIM CORK

27/jun	9	28,55	24,37	4,18	40,63	33,68	6,95	99,99997
28/jun	9	28,49	24,92	3,57	41,10	35,42	5,68	99,99950
29/jun	9	28,06	25,67	2,39	42,90	35,47	7,43	99,99901
30/jun	9	27,85	24,72	3,13	40,67	36,07	4,60	99,99967

Tabela C. 16 - Resultados obtidos na linha 10 em junho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jun	10	28,62	26,21	2,41	41,50	37,10	4,40	99,99883
02/jun	10	28,77	26,02	2,75	40,90	36,30	4,60	99,99785
03/jun	10	28,69	25,50	3,19	40,70	35,60	5,10	99,99930
04/jun	10	28,20	26,06	2,14	44,70	39,00	5,70	99,99769
05/jun	10	28,84	26,02	2,82	40,10	33,70	6,40	99,99695
06/jun	10	29,48	25,12	4,36	40,90	37,90	3,00	99,99744
07/jun	10	30,02	26,36	3,66	41,60	34,70	6,90	99,99755
08/jun	10	29,25	26,85	2,40	44,70	39,00	5,70	99,99774
09/jun	10	31,48	26,58	4,90	49,10	37,90	11,20	99,99996
10/jun	10	32,08	27,51	4,57	45,20	36,40	8,80	99,99989
11/jun	10	32,06	26,85	5,21	48,30	41,70	6,60	99,99989
12/jun	10	32,70	26,94	5,76	49,10	38,10	11,00	99,99865
13/jun	10	33,52	28,43	5,09	43,80	32,00	11,80	99,99909
14/jun	10	31,22	28,65	2,57	41,30	37,10	4,20	99,99975
15/jun	10	31,61	27,74	3,87	45,90	38,10	7,80	99,99976
16/jun	10	29,89	27,92	1,97	43,80	38,60	5,20	99,99869
17/jun	10	30,27	27,13	3,14	42,20	37,50	4,70	99,99952
18/jun	10	30,10	27,11	2,99	41,70	35,80	5,90	99,99948
19/jun	10	28,86	26,30	2,56	41,70	37,00	4,70	99,99607

AMORIM CORK

20/jun	10	27,64	25,07	2,57	40,20	36,30	3,90	99,99760
21/jun	10	27,94	25,50	2,44	41,70	37,70	4,00	99,99800
22/jun	10	28,71	26,12	2,59	43,40	37,70	5,70	99,99888
23/jun	10	27,90	26,06	1,84	41,80	37,40	4,40	99,99976
24/jun	10	29,16	25,35	3,81	43,60	36,60	7,00	99,99986
25/jun	10	28,37	25,87	2,50	41,10	31,70	9,40	99,99902
26/jun	10	27,83	24,79	3,04	38,30	30,80	7,50	99,99970
27/jun	10	28,50	24,15	4,35	41,10	33,70	7,40	99,99973
28/jun	10	28,43	24,75	3,68	40,90	35,20	5,70	99,99865
29/jun	10	27,96	25,52	2,44	42,80	35,30	7,50	99,99886
30/jun	10	27,74	24,54	3,20	40,70	35,90	4,80	99,99844

Mês de julho

Nas tabelas C.17 a C.24, vão ser apresentados os dados obtidos nas diferentes linhas no mês de julho.

Tabela C. 17 - Resultados obtidos na linha 3 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	3	29,65	25,80	3,85	41,70	37,70	4,00	99,99951
02/jul	3	30,34	26,64	3,70	44,10	37,80	6,30	99,99921
03/jul	3	30,75	27,22	3,53	45,70	38,00	7,70	99,99898
04/jul	3	30,77	27,76	3,01	43,20	37,70	5,50	99,99918
05/jul	3	30,83	27,07	3,76	42,60	37,70	4,90	99,99906
06/jul	3	31,48	27,61	3,87	42,20	35,10	7,10	99,99925

AMORIM CORK

07/jul	3	33,13	28,17	4,96	40,30	25,20	15,10	99,99942
08/jul	3	33,17	28,04	5,13	36,80	25,00	11,80	99,99967
09/jul	3	32,78	28,32	4,46	37,90	27,70	10,20	99,99969
10/jul	3	30,27	27,85	2,42	41,00	36,30	4,70	99,99441
11/jul	3	29,85	26,75	3,10	40,20	36,90	3,30	99,99908
12/jul	3	35,02	28,43	6,59	41,70	23,10	18,60	99,99990
13/jul	3	34,37	29,91	4,46	37,20	27,30	9,90	99,99947
14/jul	3	35,17	30,42	4,75	37,80	25,50	12,30	99,99813
15/jul	3	32,53	29,65	2,88	41,20	35,90	5,30	99,99970
16/jul	3	32,33	29,27	3,06	41,60	37,10	4,50	99,99961
17/jul	3	32,48	28,82	3,66	41,50	34,40	7,10	99,99662
18/jul	3	31,75	28,75	3,00	41,20	33,30	7,90	99,97689
19/jul	3	31,05	28,62	2,43	41,20	35,30	5,90	99,97445
20/jul	3	32,03	27,17	4,86	41,70	35,70	6,00	99,99144
21/jul	3	32,66	28,71	3,95	42,40	36,00	6,40	99,99178
22/jul	3	32,05	28,99	3,06	42,20	37,70	4,50	99,99178
23/jul	3	32,44	28,52	3,92	42,00	32,40	9,60	99,98856
24/jul	3	31,69	29,20	2,49	41,00	36,90	4,10	99,97589
25/jul	3	32,63	27,83	4,80	41,60	34,80	6,80	99,98514
26/jul	3	32,83	28,90	3,93	42,00	31,40	10,60	99,98656
27/jul	3	31,43	27,64	3,79	41,50	34,40	7,10	99,98311
28/jul	3	31,11	27,53	3,58	40,50	37,50	3,00	99,97696
29/jul	3	32,27	27,87	4,40	42,20	37,80	4,40	99,97249
30/jul	3	34,93	29,20	5,73	41,00	30,50	10,50	99,97968
31/jul	3	34,95	30,23	4,72	41,40	28,90	12,50	99,99338

AMORIM CORK

Tabela C. 18 - Resultados obtidos na linha 4 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	4	29,65	25,80	3,85	41,70	37,70	4,00	99,99971
02/jul	4	30,34	26,64	3,70	44,10	37,80	6,30	99,99978
03/jul	4	30,75	27,22	3,53	45,70	38,00	7,70	99,99964
04/jul	4	30,77	27,76	3,01	43,20	37,70	5,50	99,99977
05/jul	4	30,83	27,07	3,76	42,60	37,70	4,90	99,99994
06/jul	4	31,48	27,61	3,87	42,20	35,10	7,10	99,99878
07/jul	4	33,13	28,17	4,96	40,30	25,20	15,10	99,99984
08/jul	4	33,17	28,04	5,13	36,80	25,00	11,80	99,99984
09/jul	4	32,78	28,32	4,46	37,90	27,70	10,20	99,99987
10/jul	4	30,27	27,85	2,42	41,00	36,30	4,70	99,99369
11/jul	4	29,85	26,75	3,10	40,20	36,90	3,30	99,97871
12/jul	4	35,02	28,43	6,59	41,70	23,10	18,60	99,99993
13/jul	4	34,37	29,91	4,46	37,20	27,30	9,90	99,99966
14/jul	4	35,17	30,42	4,75	37,80	25,50	12,30	99,99967
15/jul	4	32,53	29,65	2,88	41,20	35,90	5,30	99,99962
16/jul	4	32,33	29,27	3,06	41,60	37,10	4,50	99,99986
17/jul	4	32,48	28,82	3,66	41,50	34,40	7,10	99,99996
18/jul	4	31,75	28,75	3,00	41,20	33,30	7,90	99,99669
19/jul	4	31,05	28,62	2,43	41,20	35,30	5,90	99,99343
20/jul	4	32,03	27,17	4,86	41,70	35,70	6,00	99,99522
21/jul	4	32,66	28,71	3,95	42,40	36,00	6,40	99,99851
22/jul	4	32,05	28,99	3,06	42,20	37,70	4,50	99,99704
23/jul	4	32,44	28,52	3,92	42,00	32,40	9,60	99,99842
24/jul	4	31,69	29,20	2,49	41,00	36,90	4,10	99,99903
25/jul	4	32,63	27,83	4,80	41,60	34,80	6,80	99,99266
26/jul	4	32,83	28,90	3,93	42,00	31,40	10,60	99,99153

AMORIM CORK

27/jul	4	31,43	27,64	3,79	41,50	34,40	7,10	99,98980
28/jul	4	31,11	27,53	3,58	40,50	37,50	3,00	99,99184
29/jul	4	32,27	27,87	4,40	42,20	37,80	4,40	99,99941
30/jul	4	34,93	29,20	5,73	41,00	30,50	10,50	99,99995
31/jul	4	34,95	30,23	4,72	41,40	28,90	12,50	99,99992

Tabela C. 19 - Resultados obtidos na linha 5 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	5	29,61	25,64	3,97	41,82	37,50	4,32	99,99820
02/jul	5	30,19	26,48	3,71	45,53	38,20	7,33	99,99748
03/jul	5	30,60	26,92	3,68	47,07	39,95	7,12	99,99897
04/jul	5	30,79	27,41	3,38	44,97	38,03	6,94	99,98797
05/jul	5	30,99	27,03	3,96	43,52	37,78	5,74	99,99956
06/jul	5	31,57	27,62	3,95	42,22	35,07	7,15	99,99969
07/jul	5	33,28	28,14	5,14	40,95	25,40	15,55	99,99687
08/jul	5	33,30	27,92	5,38	38,20	25,22	12,98	99,99774
09/jul	5	32,88	28,18	4,70	39,32	27,90	11,42	99,99977
10/jul	5	30,33	27,73	2,60	42,13	36,32	5,81	99,99991
11/jul	5	29,97	26,61	3,36	41,35	37,12	4,23	99,99818
12/jul	5	35,10	28,32	6,78	42,72	23,40	19,32	99,99849
13/jul	5	34,49	26,76	7,73	38,23	27,47	10,76	99,99739
14/jul	5	35,27	30,27	5,00	39,12	25,82	13,30	99,99780
15/jul	5	32,64	29,50	3,14	42,32	36,62	5,70	99,99851
16/jul	5	32,36	29,13	3,23	42,98	38,62	4,36	99,99308
17/jul	5	32,50	28,70	3,80	42,92	36,00	6,92	99,99794
18/jul	5	31,84	28,59	3,25	42,63	33,83	8,80	99,99153

AMORIM CORK

19/jul	5	31,14	28,53	2,61	42,48	35,38	7,10	99,99962
20/jul	5	32,06	28,08	3,98	42,97	36,67	6,30	99,99901
21/jul	5	32,65	28,56	4,09	43,80	36,75	7,05	99,99773
22/jul	5	32,11	28,86	3,25	43,27	38,12	5,15	99,99685
23/jul	5	32,45	28,30	4,15	43,33	33,68	9,65	99,99673
24/jul	5	31,65	29,00	2,65	42,28	38,25	4,03	99,99937
25/jul	5	32,61	27,62	4,99	42,98	36,03	6,95	99,99732
26/jul	5	32,78	28,69	4,09	43,30	32,63	10,67	99,99965
27/jul	5	31,50	27,50	4,00	42,98	35,28	7,70	99,99991
28/jul	5	31,14	27,36	3,78	41,87	38,70	3,17	99,99981
29/jul	5	32,31	27,74	4,57	43,58	38,93	4,65	99,99978
30/jul	5	34,94	29,07	5,87	42,25	31,55	10,70	99,99980
31/jul	5	34,88	30,02	4,86	42,82	30,22	12,60	99,99994

Tabela C. 20 - Resultados obtidos na linha 6 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	6	29,56	25,48	4,08	41,93	37,30	4,63	99,99937
02/jul	6	30,05	26,31	3,74	46,97	38,60	8,37	99,99984
03/jul	6	30,45	26,61	3,84	48,43	41,90	6,53	99,99995
04/jul	6	30,81	27,05	3,76	46,73	38,37	8,36	99,99999
05/jul	6	31,15	27,00	4,15	44,43	37,87	6,56	100,00000
06/jul	6	31,66	27,63	4,03	42,23	35,03	7,20	99,99998
07/jul	6	33,43	28,10	5,33	41,60	25,60	16,00	99,99978
08/jul	6	33,44	27,79	5,65	39,60	25,43	14,17	99,99912
09/jul	6	32,97	28,04	4,93	40,73	28,10	12,63	99,99999
10/jul	6	30,39	27,61	2,78	43,27	36,33	6,94	100,00000

AMORIM CORK

11/jul	6	30,09	26,46	3,63	42,50	37,33	5,17	99,99997
12/jul	6	35,18	28,20	6,98	43,73	23,70	20,03	99,99997
13/jul	6	34,61	29,61	5,00	39,27	27,63	11,64	99,99999
14/jul	6	35,36	30,12	5,24	40,43	26,13	14,30	99,99995
15/jul	6	32,75	29,35	3,40	43,43	37,33	6,10	99,99963
16/jul	6	32,40	28,99	3,41	44,37	40,13	4,24	99,99900
17/jul	6	32,51	28,58	3,93	44,33	37,60	6,73	99,99997
18/jul	6	31,94	28,43	3,51	44,07	34,37	9,70	99,99905
19/jul	6	31,22	28,44	2,78	43,77	37,47	6,30	99,99969
20/jul	6	32,10	26,98	5,12	44,23	37,63	6,60	99,99975
21/jul	6	32,64	28,42	4,22	45,20	37,50	7,70	99,99967
22/jul	6	32,17	28,73	3,44	44,33	38,53	5,80	99,99960
23/jul	6	32,46	28,09	4,37	44,67	34,97	9,70	99,99966
24/jul	6	31,60	28,80	2,80	43,57	39,60	3,97	99,99966
25/jul	6	32,59	27,40	5,19	44,37	37,27	7,10	99,99961
26/jul	6	32,72	28,49	4,23	44,60	33,87	10,73	99,99992
27/jul	6	31,57	27,36	4,21	44,47	36,17	8,30	99,99998
28/jul	6	31,16	27,20	3,96	43,23	39,90	3,33	99,99986
29/jul	6	32,34	27,61	4,73	44,97	40,07	4,90	99,99816
30/jul	6	34,94	28,93	6,01	43,50	32,60	10,90	99,99986
31/jul	6	34,81	29,80	5,01	44,23	31,53	12,70	99,99983

AMORIM CORK

Tabela C. 21 - Resultados obtidos na linha 7 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	7	29,52	25,32	4,20	42,05	37,10	4,95	99,99981
02/jul	7	29,90	26,15	3,75	48,40	39,00	9,40	99,99993
03/jul	7	30,30	26,31	3,99	49,80	43,85	5,95	99,99997
04/jul	7	30,83	26,70	4,13	48,50	38,70	9,80	99,99998
05/jul	7	31,32	26,96	4,36	45,35	37,95	7,40	99,99948
06/jul	7	31,76	27,65	4,11	42,25	35,00	7,25	99,99928
07/jul	7	33,58	28,07	5,51	42,25	25,80	16,45	99,99925
08/jul	7	33,57	27,67	5,90	41,00	25,65	15,35	99,99748
09/jul	7	33,07	27,90	5,17	42,15	28,30	13,85	99,99927
10/jul	7	30,46	27,49	2,97	44,40	36,35	8,05	99,99983
11/jul	7	30,22	26,32	3,90	43,65	37,55	6,10	99,99976
12/jul	7	35,27	28,09	7,18	44,75	24,00	20,75	99,99983
13/jul	7	34,74	29,46	5,28	40,30	27,80	12,50	99,99577
14/jul	7	35,46	29,98	5,48	41,75	26,45	15,30	99,99830
15/jul	7	32,86	29,20	3,66	44,55	38,05	6,50	99,99821
16/jul	7	32,43	28,85	3,58	45,75	41,65	4,10	99,99883
17/jul	7	32,53	28,46	4,07	45,75	39,20	6,55	99,98908
18/jul	7	32,03	28,27	3,76	45,50	34,90	10,60	99,98871
19/jul	7	31,31	28,35	2,96	45,05	38,55	6,50	99,99191
20/jul	7	32,13	26,89	5,24	45,50	38,60	6,90	99,99889
21/jul	7	32,63	28,27	4,36	46,60	38,25	8,35	99,99773
22/jul	7	32,24	28,61	3,63	45,40	38,95	6,45	99,99466
23/jul	7	32,47	27,83	4,64	46,00	36,25	9,75	99,99858
24/jul	7	31,56	28,60	2,96	44,85	40,95	3,90	99,99980
25/jul	7	32,57	27,19	5,38	45,75	38,50	7,25	99,99925
26/jul	7	32,67	28,28	4,39	45,90	35,10	10,80	99,99964

AMORIM CORK

27/jul	7	31,64	27,23	4,41	45,95	37,05	8,90	99,99889
28/jul	7	31,19	27,03	4,16	44,60	41,10	3,50	99,99892
29/jul	7	32,38	27,48	4,90	46,35	41,20	5,15	99,99993
30/jul	7	34,95	28,80	6,15	44,75	33,65	11,10	99,99968
31/jul	7	34,75	29,59	5,16	45,65	32,85	12,80	99,99966

Tabela C. 22 - Resultados obtidos na linha 8 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	8	29,47	25,16	4,31	42,17	36,90	5,27	99,99986
02/jul	8	29,75	25,98	3,77	49,83	39,40	10,43	99,99518
03/jul	8	30,15	26,01	4,14	51,17	45,80	5,37	99,99799
04/jul	8	30,84	26,34	4,50	50,27	39,03	11,24	99,99996
05/jul	8	31,48	26,92	4,56	46,27	38,03	8,24	99,99985
06/jul	8	31,85	27,66	4,19	42,27	34,97	7,30	99,99971
07/jul	8	33,73	28,07	5,66	42,90	26,00	16,90	99,99789
08/jul	8	33,70	27,55	6,15	42,40	25,87	16,53	99,99813
09/jul	8	33,17	27,76	5,41	43,57	28,50	15,07	99,99893
10/jul	8	30,52	27,37	3,15	45,53	36,37	9,16	99,99984
11/jul	8	30,34	26,18	4,16	44,80	37,77	7,03	99,99959
12/jul	8	35,35	27,97	7,38	45,77	24,30	21,47	99,99959
13/jul	8	34,86	29,31	5,55	41,33	27,97	13,36	99,99744
14/jul	8	35,56	29,83	5,73	43,07	26,77	16,30	99,99975
15/jul	8	32,97	29,05	3,92	45,67	38,77	6,90	99,99961
16/jul	8	32,46	28,71	3,75	47,13	43,17	3,96	99,99975
17/jul	8	32,54	28,33	4,21	47,17	40,80	6,37	99,99076
18/jul	8	32,12	28,11	4,01	46,93	35,43	11,50	99,99084

AMORIM CORK

19/jul	8	31,39	28,25	3,14	46,33	39,63	6,70	99,99331
20/jul	8	32,16	26,79	5,37	46,77	39,57	7,20	99,99728
21/jul	8	32,61	28,12	4,49	48,00	39,00	9,00	99,99789
22/jul	8	32,30	28,48	3,82	46,47	39,37	7,10	99,99686
23/jul	8	32,47	27,65	4,82	47,33	37,53	9,80	99,99906
24/jul	8	31,52	28,40	3,12	46,13	42,30	3,83	99,99990
25/jul	8	32,55	26,98	5,57	47,13	39,73	7,40	99,99974
26/jul	8	32,62	28,07	4,55	47,20	36,33	10,87	99,99992
27/jul	8	31,70	27,09	4,61	47,43	37,93	9,50	99,99933
28/jul	8	31,21	26,86	4,35	45,97	42,30	3,67	99,99867
29/jul	8	32,42	27,35	5,07	47,73	42,33	5,40	99,99930
30/jul	8	34,96	28,66	6,30	46,00	34,70	11,30	99,99764
31/jul	8	34,68	29,38	5,30	47,07	34,17	12,90	99,99922

Tabela C. 23 - Resultados obtidos na linha 9 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	9	29,43	25,00	4,43	42,28	36,70	5,58	99,99971
02/jul	9	29,61	25,82	3,79	51,27	39,80	11,47	99,99977
03/jul	9	30,00	25,70	4,30	52,53	47,75	4,78	99,99900
04/jul	9	30,86	25,99	4,87	52,03	39,37	12,66	99,99795
05/jul	9	31,64	26,89	4,75	47,18	38,12	9,06	99,99922
06/jul	9	31,94	27,67	4,27	42,28	34,93	7,35	99,99816
07/jul	9	33,88	28,00	5,88	43,55	26,20	17,35	99,98581
08/jul	9	33,84	27,42	6,42	43,80	26,08	17,72	99,97761
09/jul	9	33,26	27,62	5,64	44,98	28,70	16,28	99,99934
10/jul	9	30,58	27,25	3,33	46,67	36,38	10,29	99,99962
11/jul	9	30,46	26,03	4,43	45,95	37,98	7,97	99,99953

AMORIM CORK

12/jul	9	35,43	27,86	7,57	46,78	24,60	22,18	99,99947
13/jul	9	34,98	29,16	5,82	42,37	28,13	14,24	99,99955
14/jul	9	35,65	29,68	5,97	44,38	27,08	17,30	99,99888
15/jul	9	33,08	28,90	4,18	46,78	39,48	7,30	99,99948
16/jul	9	32,50	28,57	3,93	48,52	44,68	3,84	99,99800
17/jul	9	32,56	28,21	4,35	48,58	42,40	6,18	99,99954
18/jul	9	32,22	27,95	4,27	48,37	35,97	12,40	99,99966
19/jul	9	31,48	28,16	3,32	47,62	40,72	6,90	99,99749
20/jul	9	32,20	26,70	5,50	48,03	40,53	7,50	99,99803
21/jul	9	32,60	27,98	4,62	49,40	39,75	9,65	99,97830
22/jul	9	32,36	28,35	4,01	47,53	39,78	7,75	99,99965
23/jul	9	32,48	27,44	5,04	48,67	38,82	9,85	99,99954
24/jul	9	31,47	28,20	3,27	47,42	43,65	3,77	99,99967
25/jul	9	32,53	26,76	5,77	48,52	40,97	7,55	99,99801
26/jul	9	32,56	27,87	4,69	48,50	37,57	10,93	99,99728
27/jul	9	31,73	26,95	4,78	48,92	38,82	10,10	99,99540
28/jul	9	31,24	26,70	4,54	47,33	43,50	3,83	99,99446
29/jul	9	32,45	27,22	5,23	49,12	43,47	5,65	99,98200
30/jul	9	34,96	28,53	6,43	47,25	35,75	11,50	99,99657
31/jul	9	34,61	29,16	5,45	48,48	35,48	13,00	99,99966

Tabela C. 24 - Resultados obtidos na linha 10 em julho

Dia	Linha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Amp. T	Hmax (%)	Hmin (%)	Amp. H	Fiabilidade (%)
01/jul	10	29,38	24,84	4,54	42,40	36,50	5,90	99,99962
02/jul	10	29,46	25,65	3,81	52,70	40,20	12,50	99,99967
03/jul	10	29,85	25,40	4,45	53,90	49,70	4,20	99,99803
04/jul	10	30,88	25,63	5,25	53,80	39,70	14,10	99,99905

AMORIM CORK

05/jul	10	31,80	26,85	4,95	48,10	38,20	9,90	99,99036
06/jul	10	32,03	27,68	4,35	42,30	34,90	7,40	99,99077
07/jul	10	34,03	27,96	6,07	44,20	26,40	17,80	99,98970
08/jul	10	33,97	27,30	6,67	45,20	26,30	18,90	99,99939
09/jul	10	33,36	27,48	5,88	46,40	28,90	17,50	99,99953
10/jul	10	30,64	27,13	3,51	47,80	36,40	11,40	99,99964
11/jul	10	30,58	25,89	4,69	47,10	38,20	8,90	99,99975
12/jul	10	35,51	27,74	7,77	47,80	24,90	22,90	99,99990
13/jul	10	35,10	29,01	6,09	43,40	28,30	15,10	99,99996
14/jul	10	35,75	29,53	6,22	45,70	27,40	18,30	99,99888
15/jul	10	33,19	28,75	4,44	47,90	40,20	7,70	99,99917
16/jul	10	32,53	28,43	4,10	49,90	46,20	3,70	99,99737
17/jul	10	32,57	28,09	4,48	50,00	44,00	6,00	99,99743
18/jul	10	32,31	27,79	4,52	49,80	36,50	13,30	99,99858
19/jul	10	31,56	28,07	3,49	48,90	41,80	7,10	99,99955
20/jul	10	33,23	26,60	6,63	49,30	41,50	7,80	99,99982
21/jul	10	32,59	27,83	4,76	50,80	40,50	10,30	99,99995
22/jul	10	32,42	28,22	4,20	48,60	40,20	8,40	99,99739
23/jul	10	32,49	27,22	5,27	50,00	40,10	9,90	99,99951
24/jul	10	31,43	28,00	3,43	48,70	45,00	3,70	99,99990
25/jul	10	32,51	26,55	5,96	49,90	42,20	7,70	99,99919
26/jul	10	32,51	27,66	4,85	49,80	38,80	11,00	99,99745
27/jul	10	31,84	26,81	5,03	50,40	39,70	10,70	99,99724
28/jul	10	31,26	26,53	4,73	48,70	44,70	4,00	99,99653
29/jul	10	32,49	27,09	5,40	50,50	44,60	5,90	99,99502
30/jul	10	34,97	28,39	6,58	48,50	36,80	11,70	99,99996
31/jul	10	34,54	28,95	5,59	49,90	36,80	13,10	99,99993

Anexo D – Análise da relação visível das variáveis com a fiabilidade esperada durante os meses de maio, junho e julho

Neste anexo, vão ser apresentados os gráficos das variáveis da humidade e temperatura com a fiabilidade das linhas 4 a 10, nos meses de maio, junho e julho.

Mês de maio

Linha 4

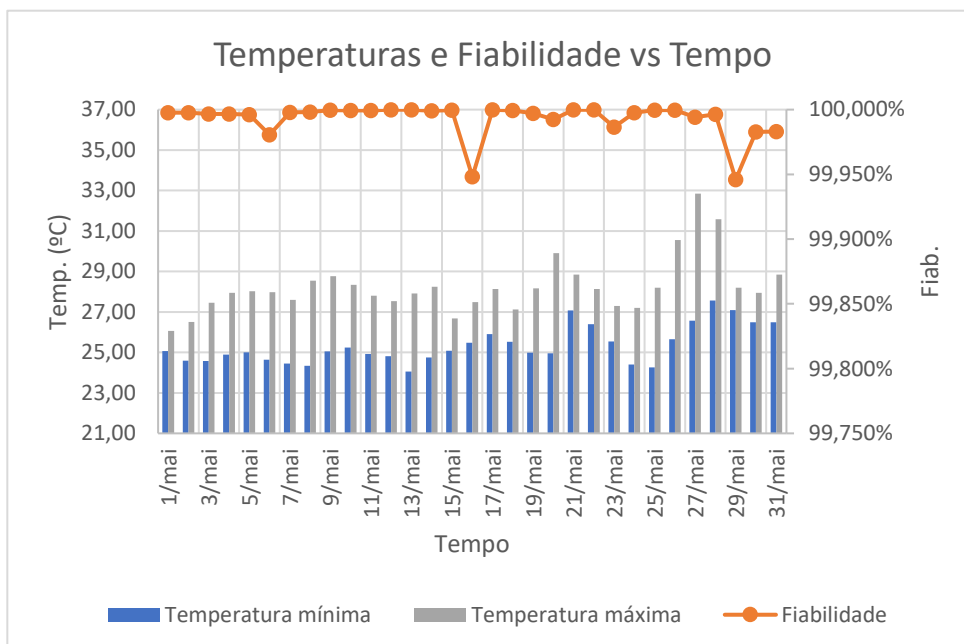


Figura D. 1 - Relação a temperatura e fiabilidade esperada na linha 4 no mês de maio

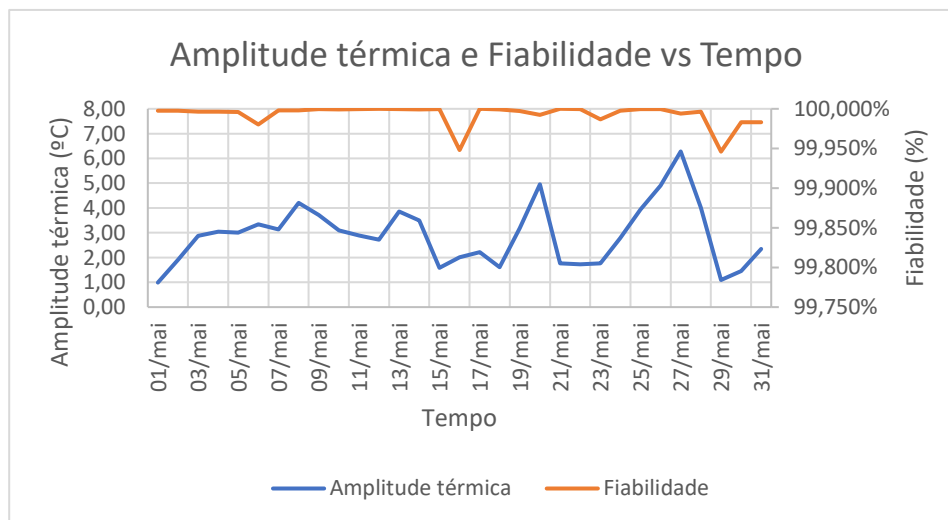


Figura D. 2 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada na linha 4 no mês de maio

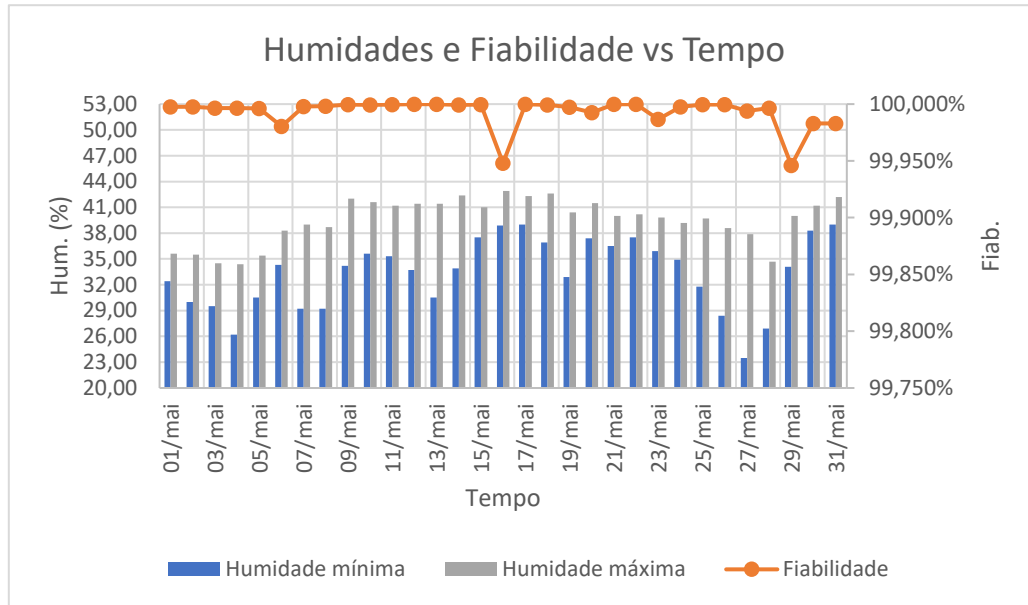


Figura D. 3 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de maio

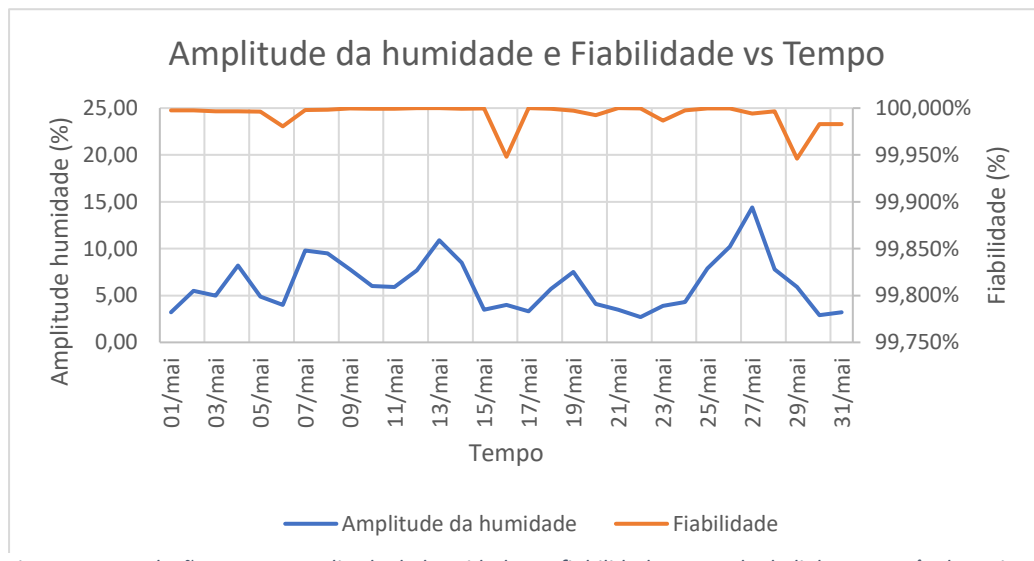


Figura D. 4 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de maio

Linha 5

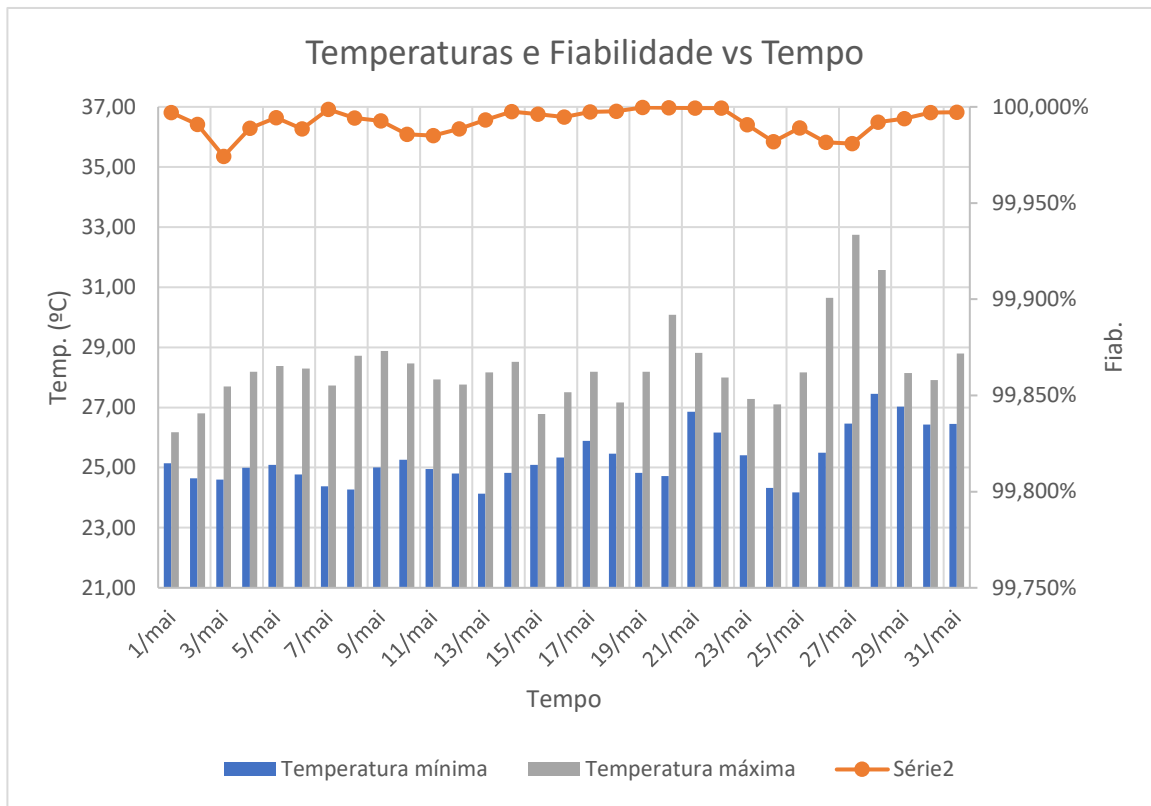


Figura D. 5 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio

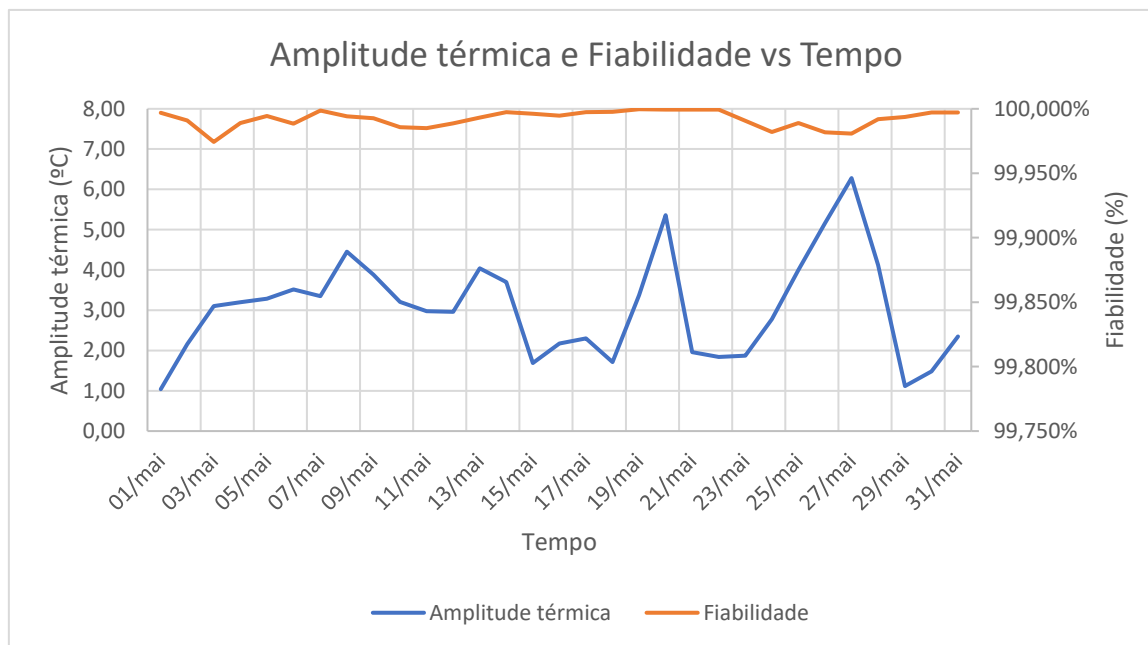


Figura D. 6 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio

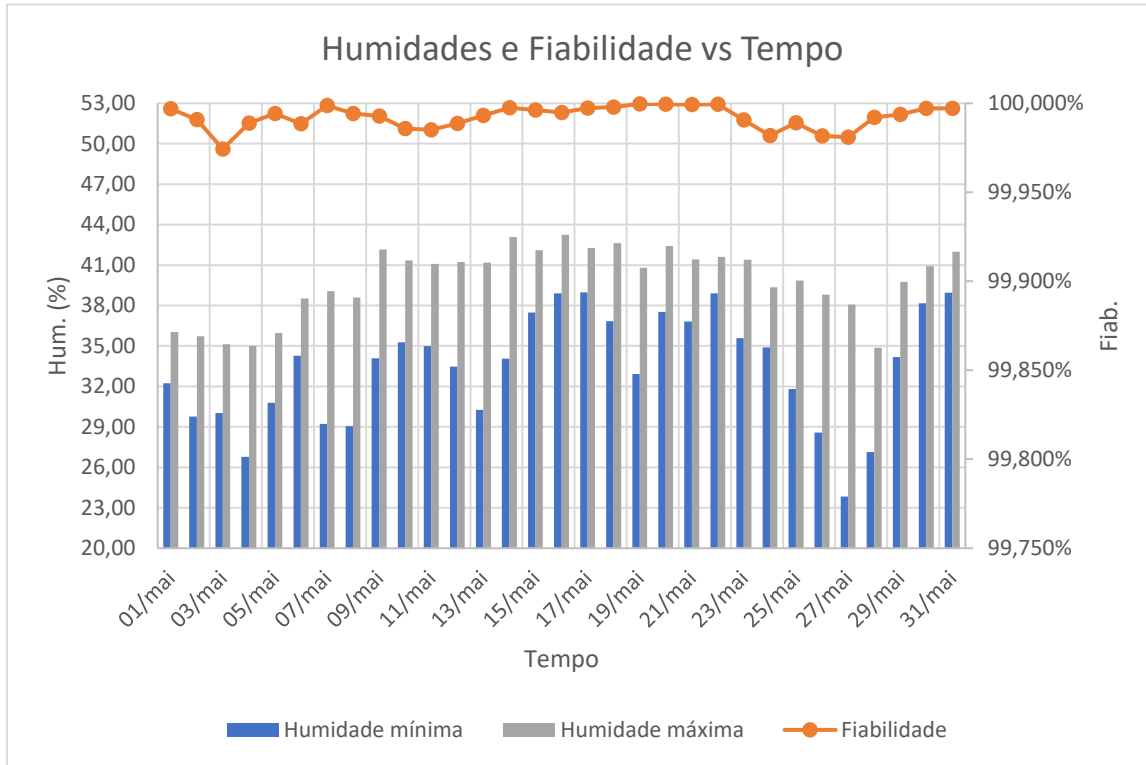


Figura D. 7 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio

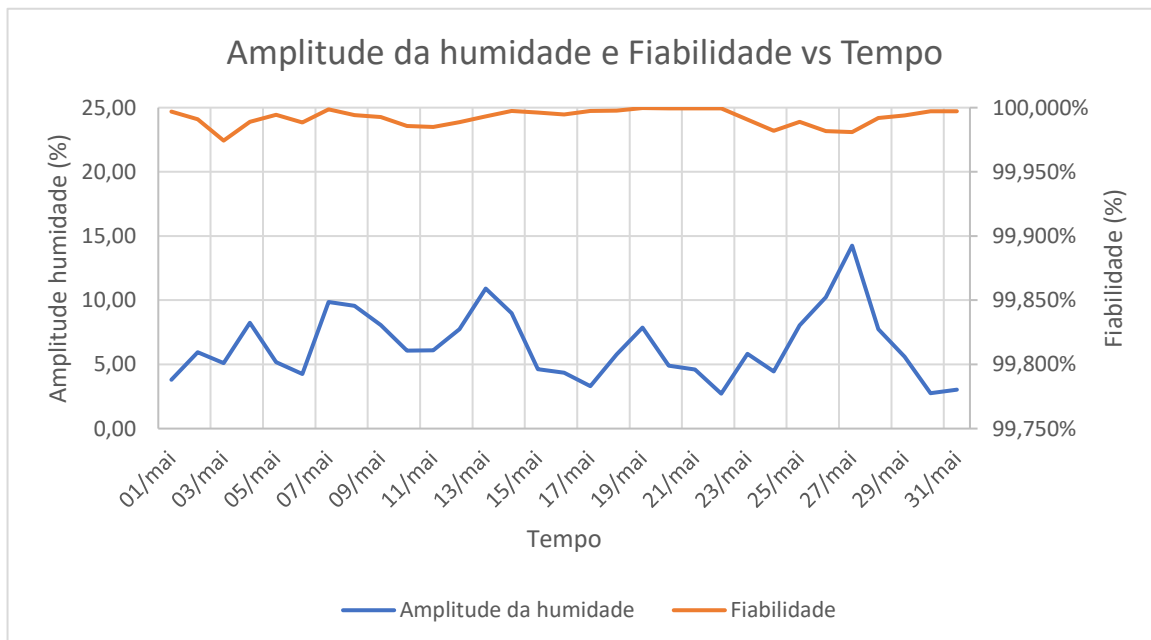


Figura D. 8 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de maio

Linha 6

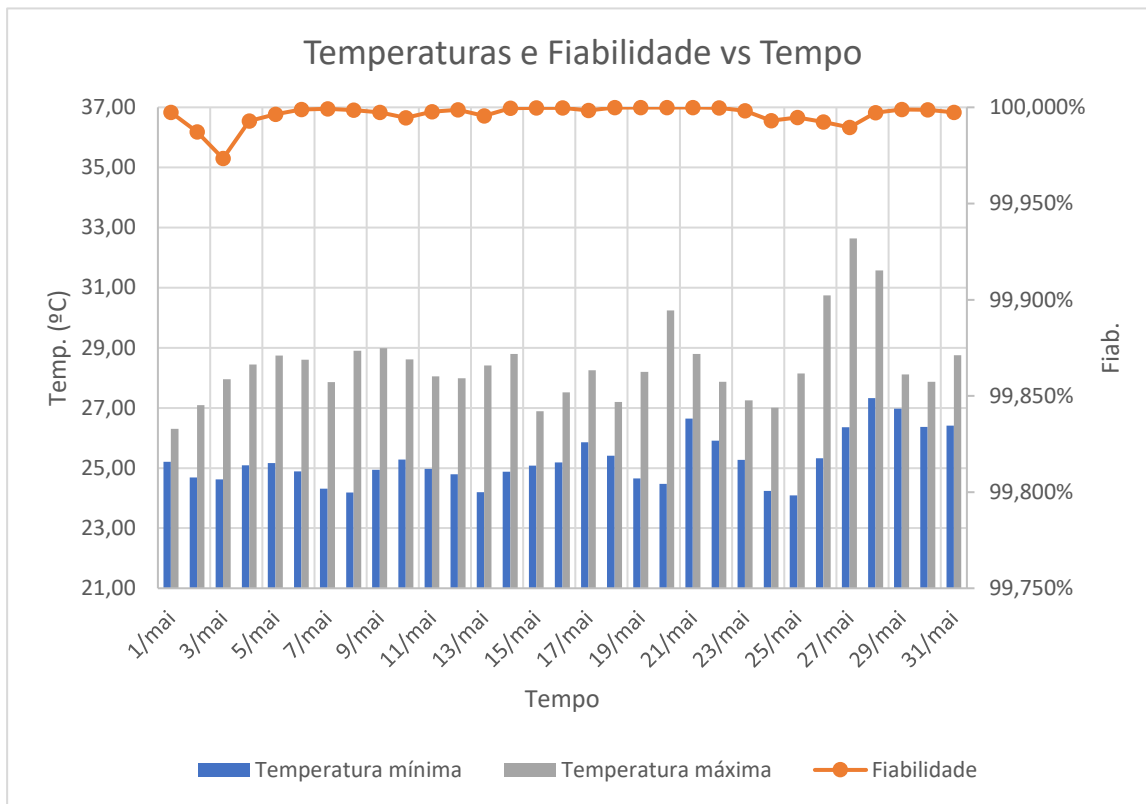


Figura D. 9 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio

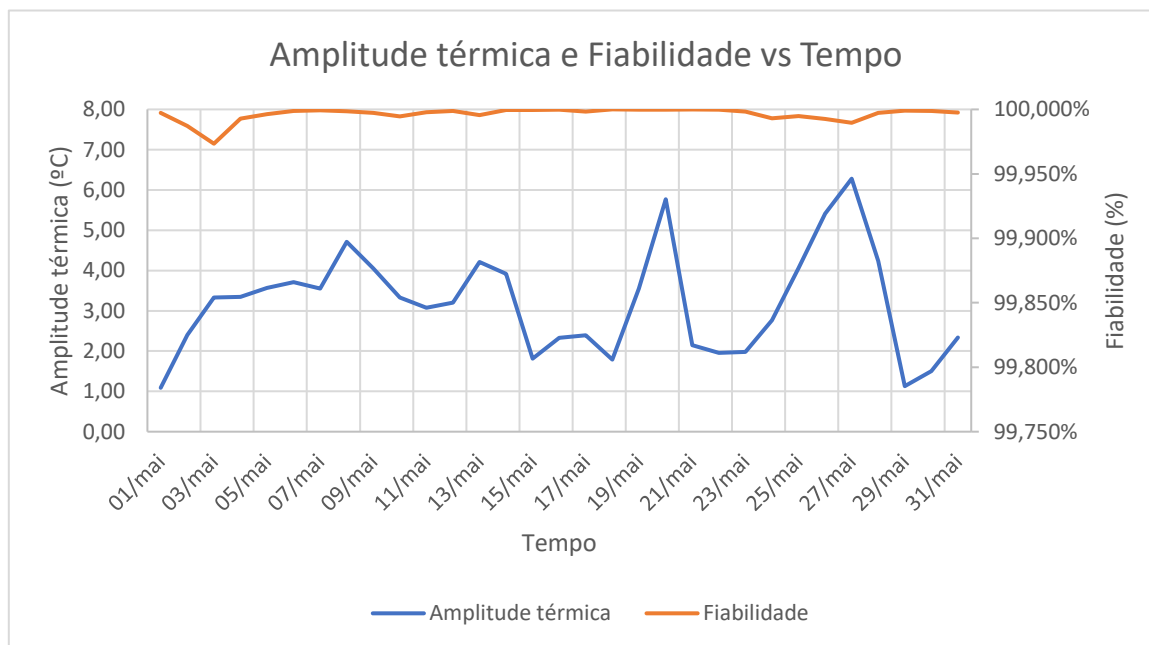


Figura D. 10 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio

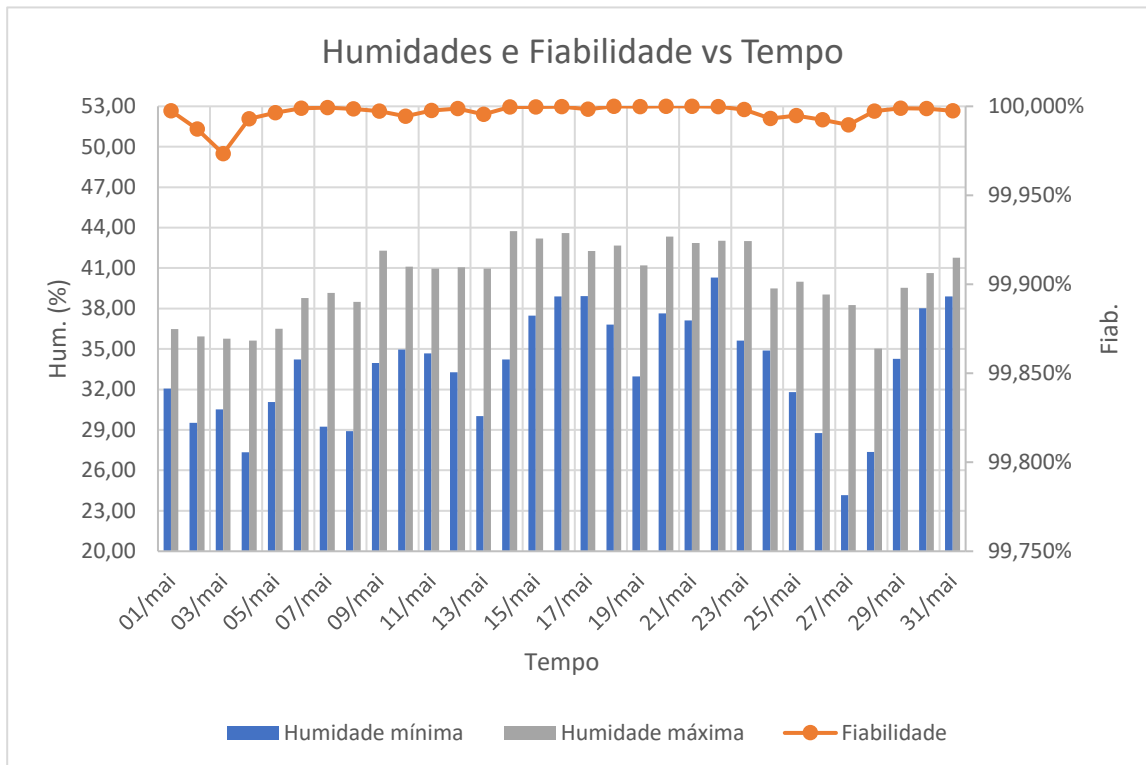


Figura D. 12 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio

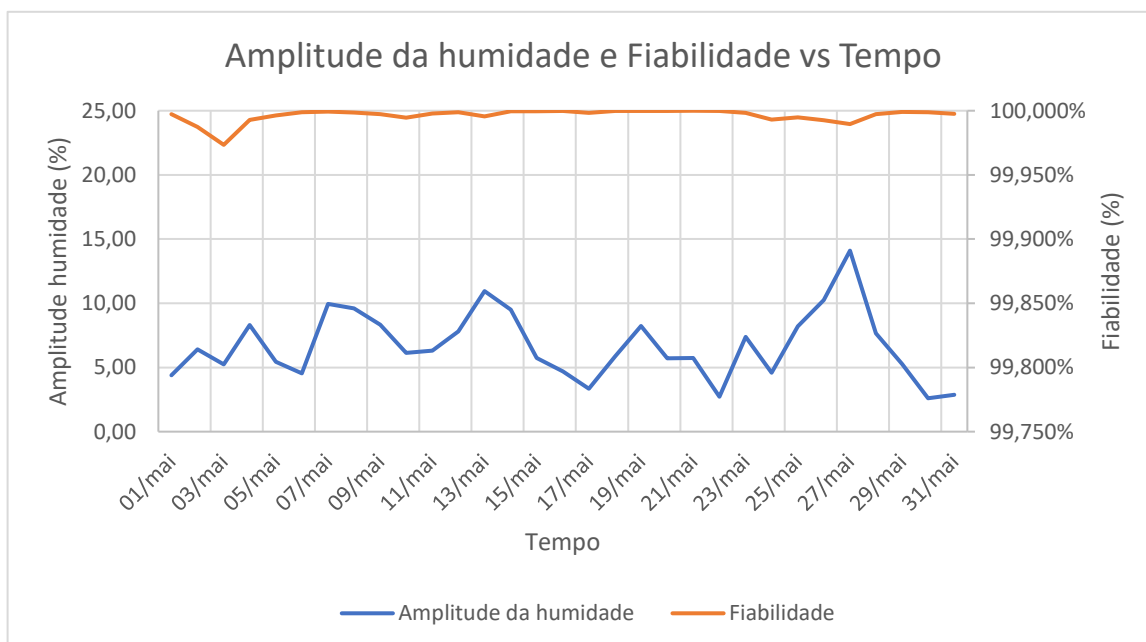


Figura D. 11- Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de maio

Linha 7

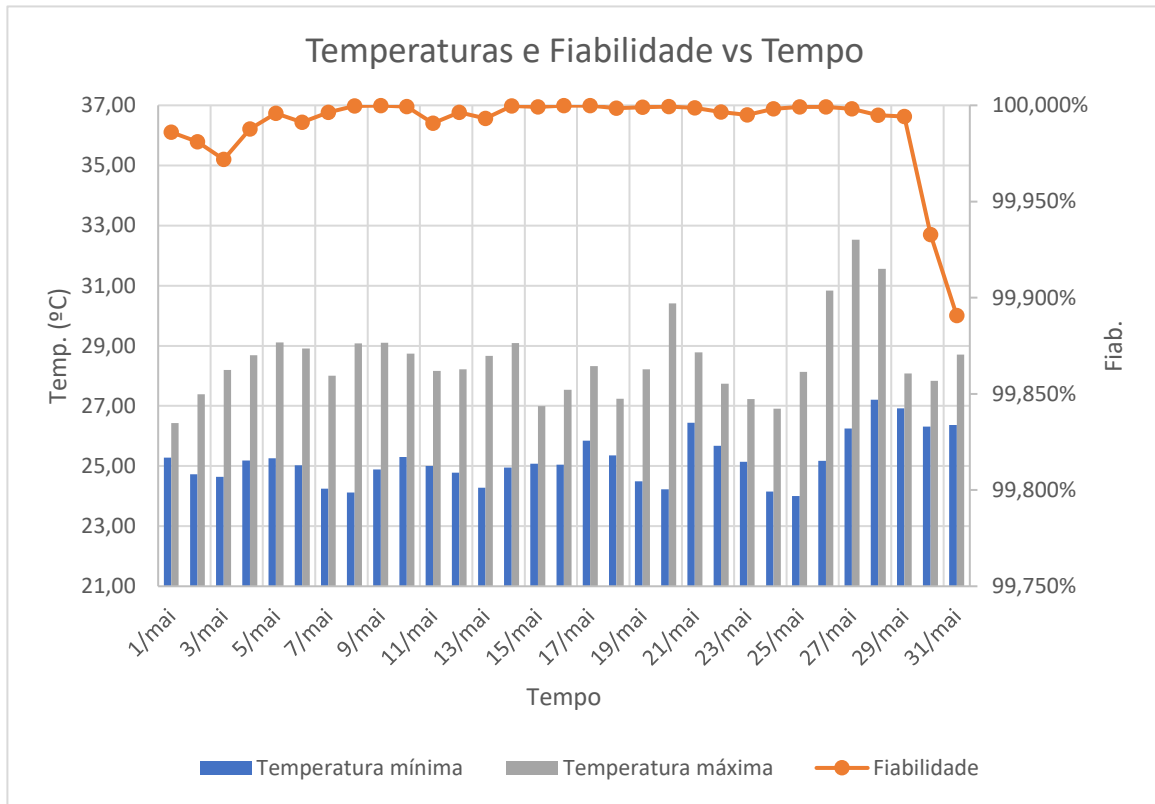


Figura D. 13 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio

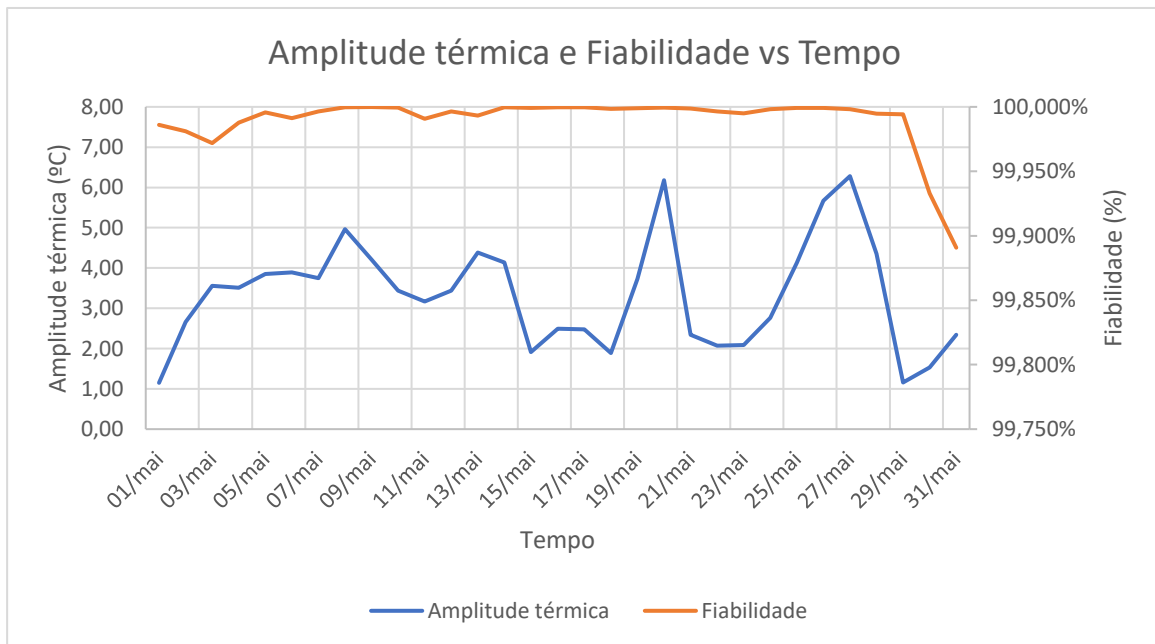


Figura D. 14 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio

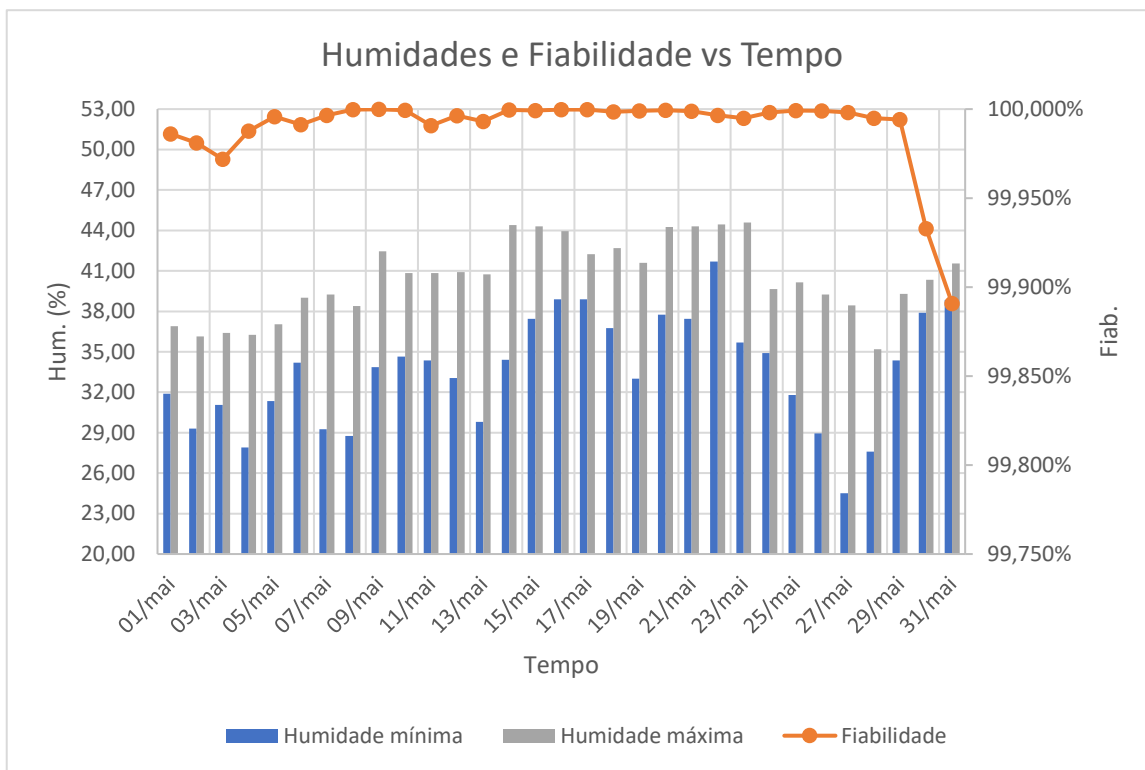


Figura D. 15 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio

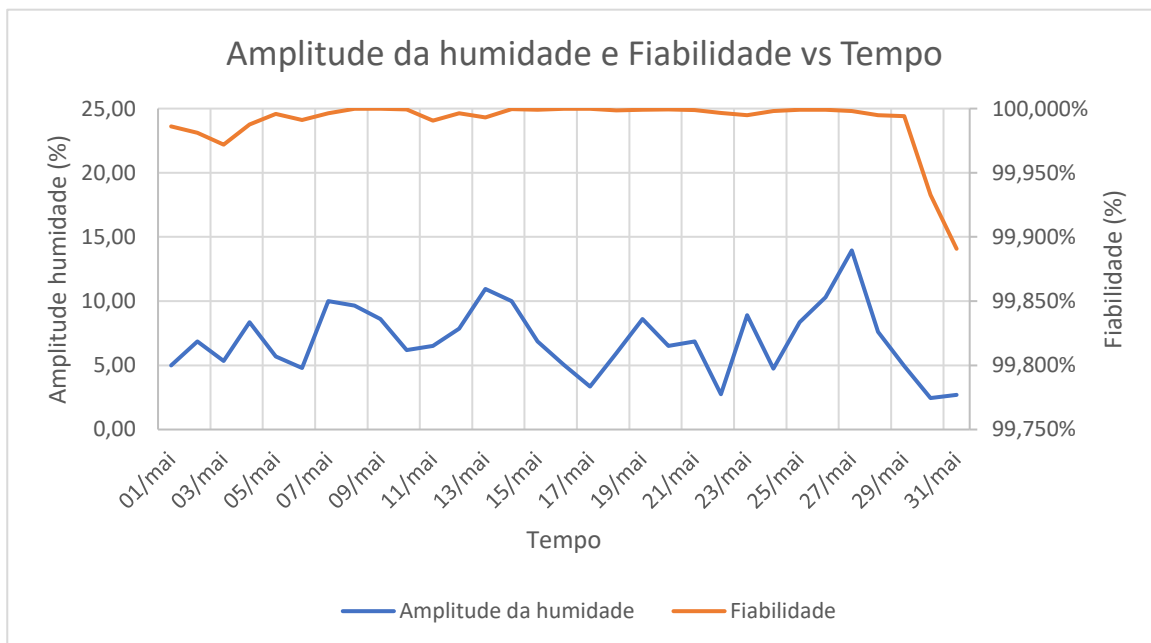


Figura D. 16 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de maio

Linha 8

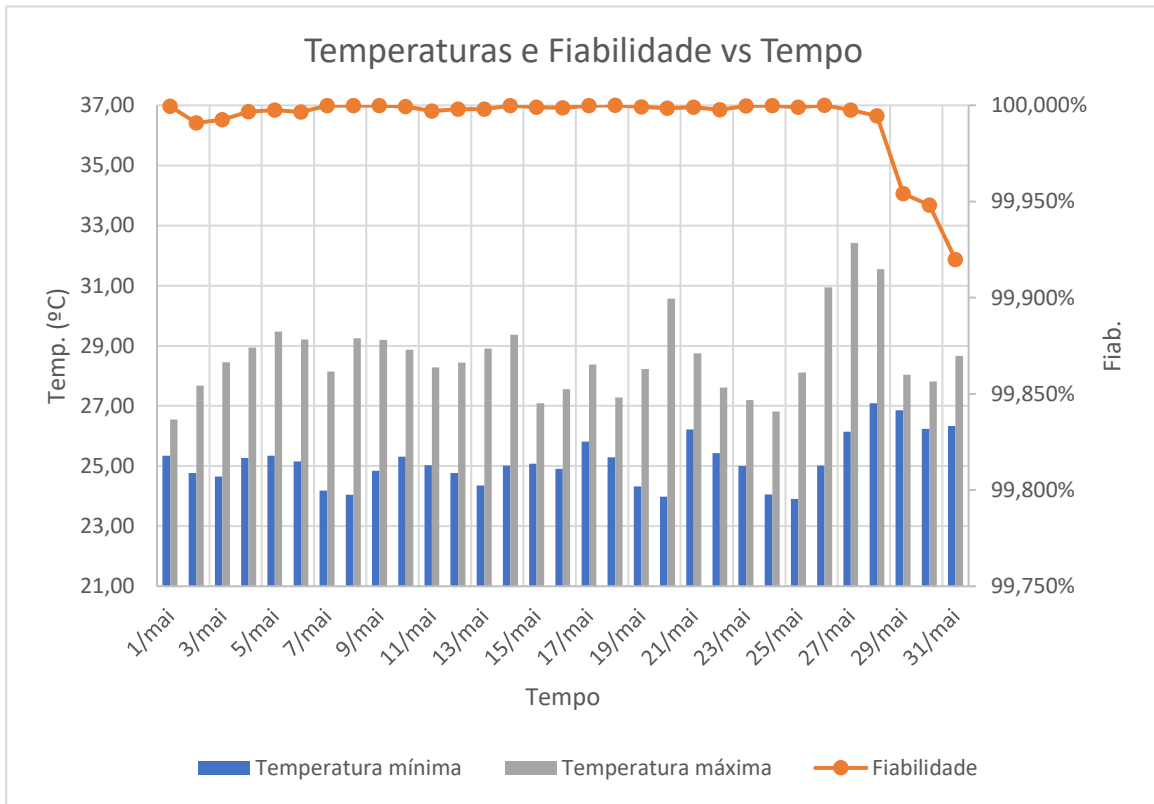


Figura D. 17 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio

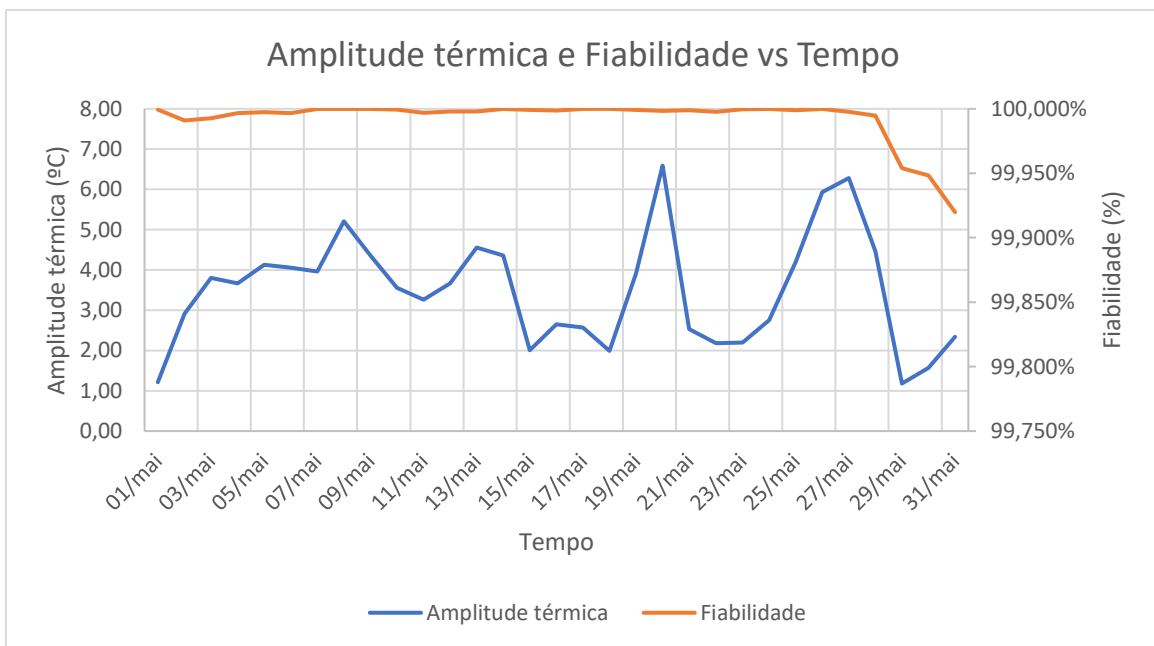


Figura D. 18 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio

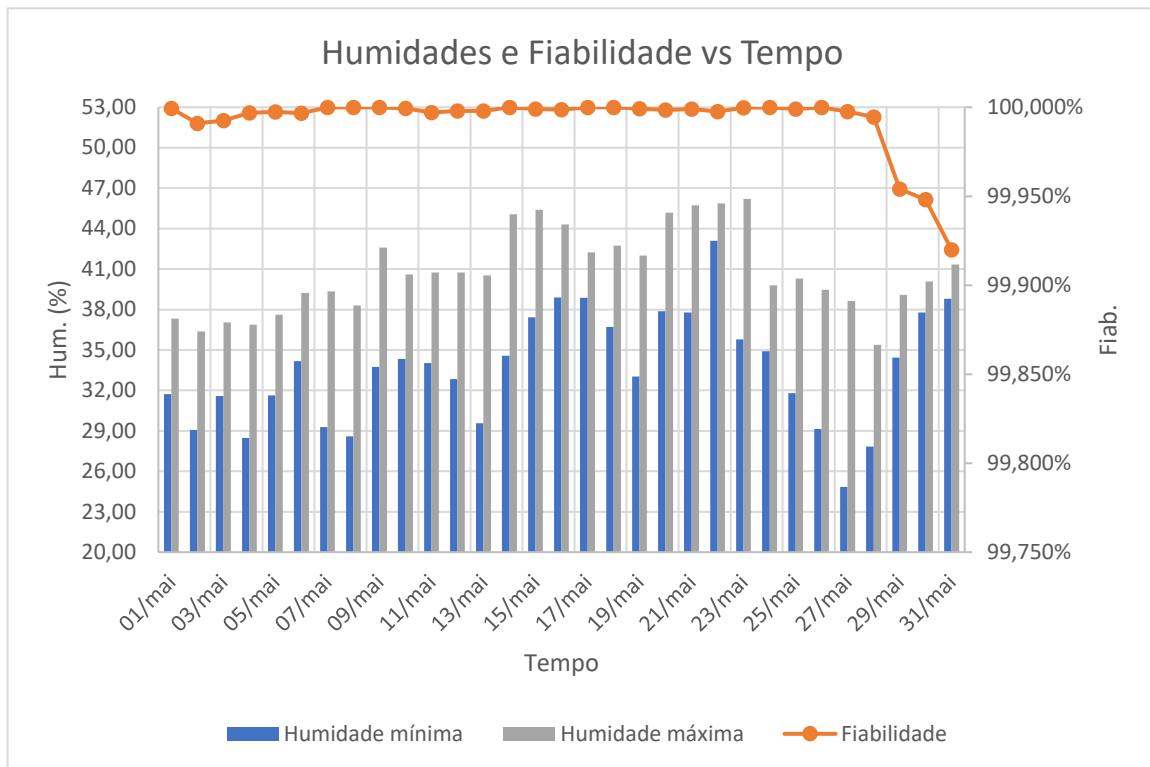


Figura D. 19 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio

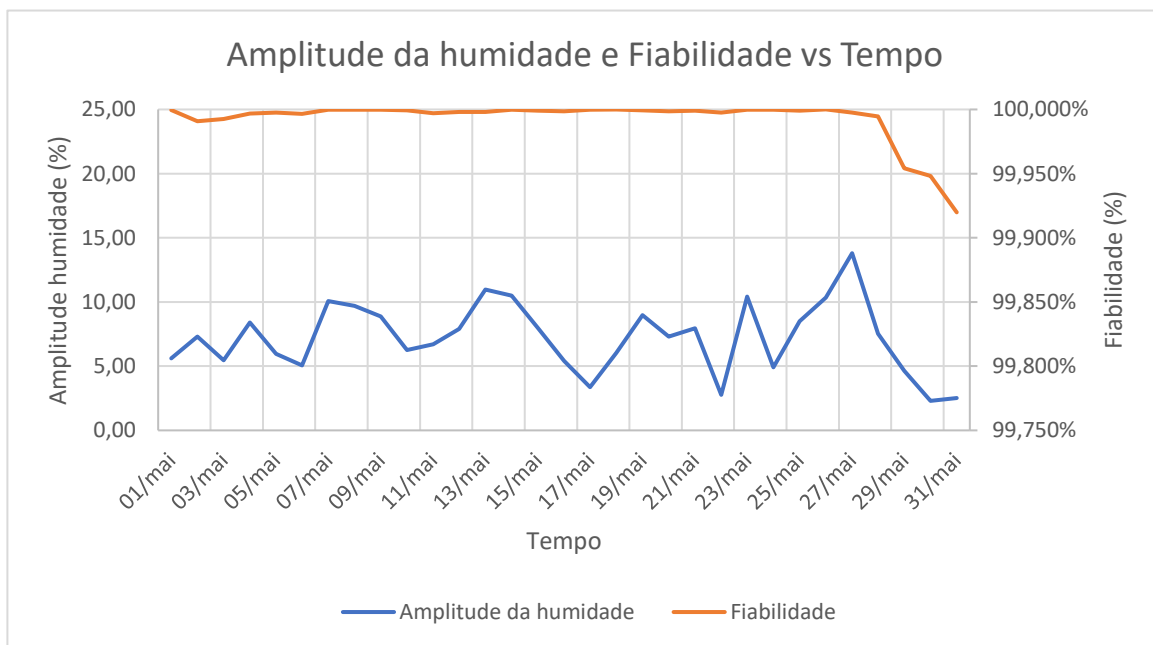


Figura D. 20 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de maio

Linha 9

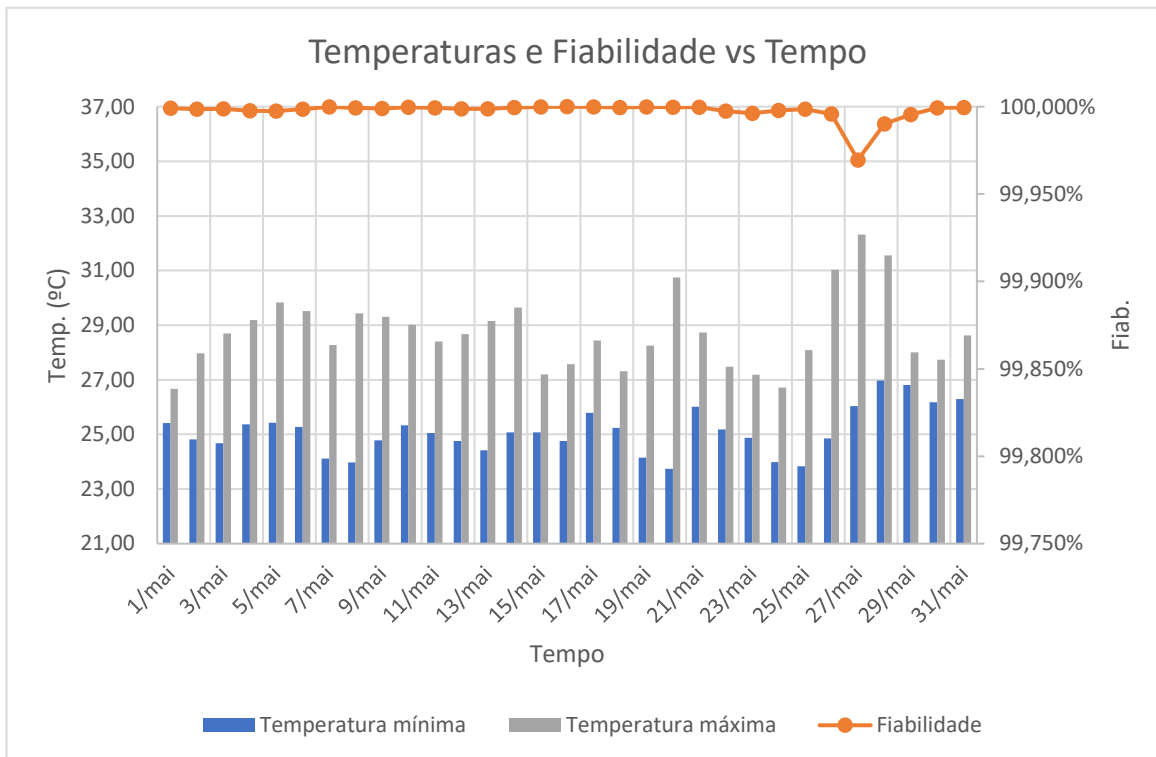


Figura D. 21 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio

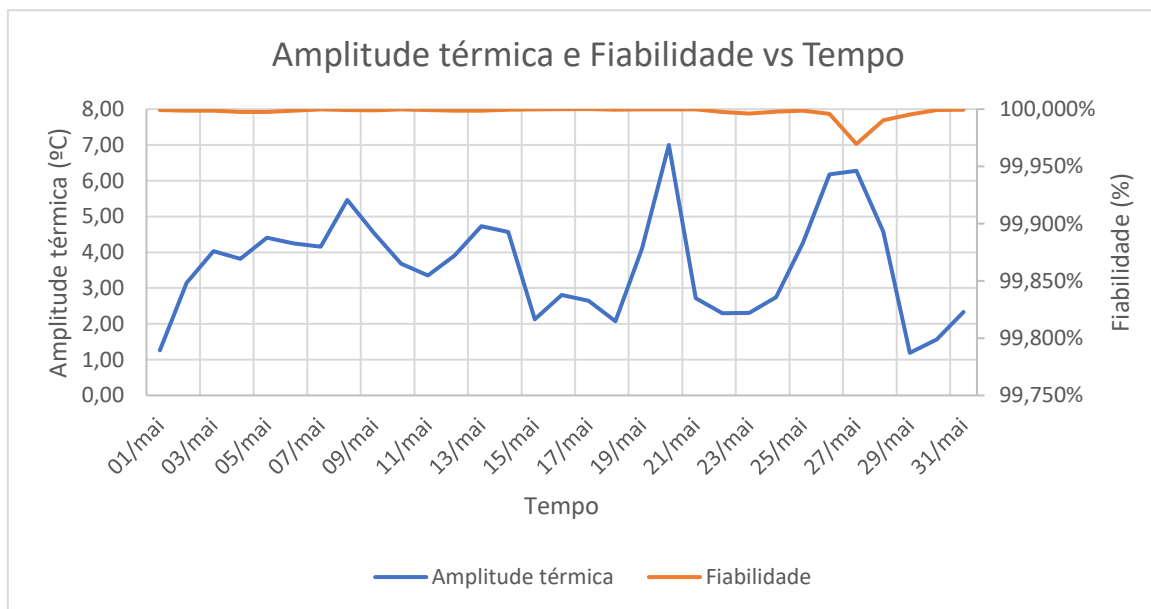


Figura D. 22 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio

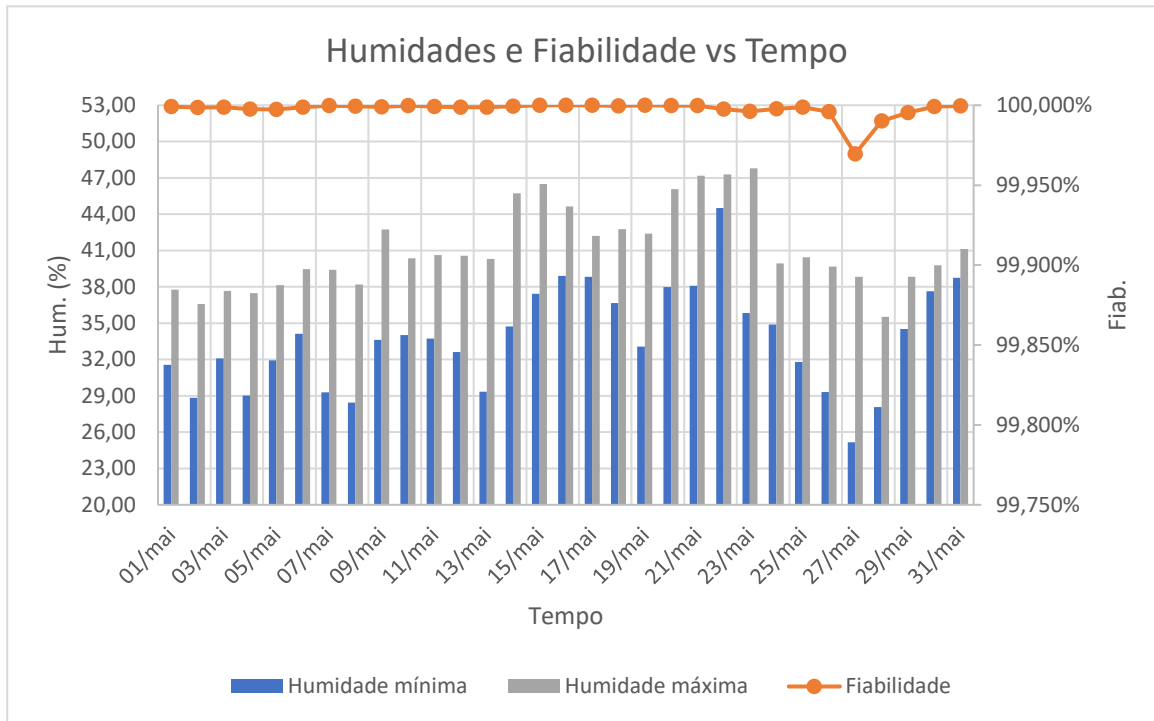


Figura D. 23 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio

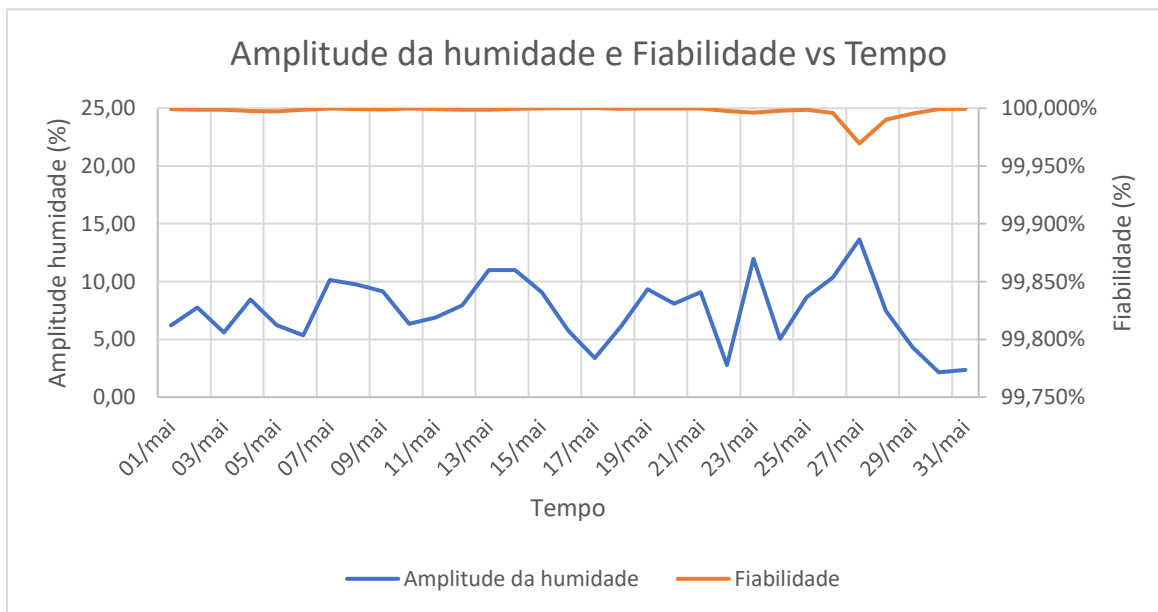


Figura D. 24 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de maio

Linha 10

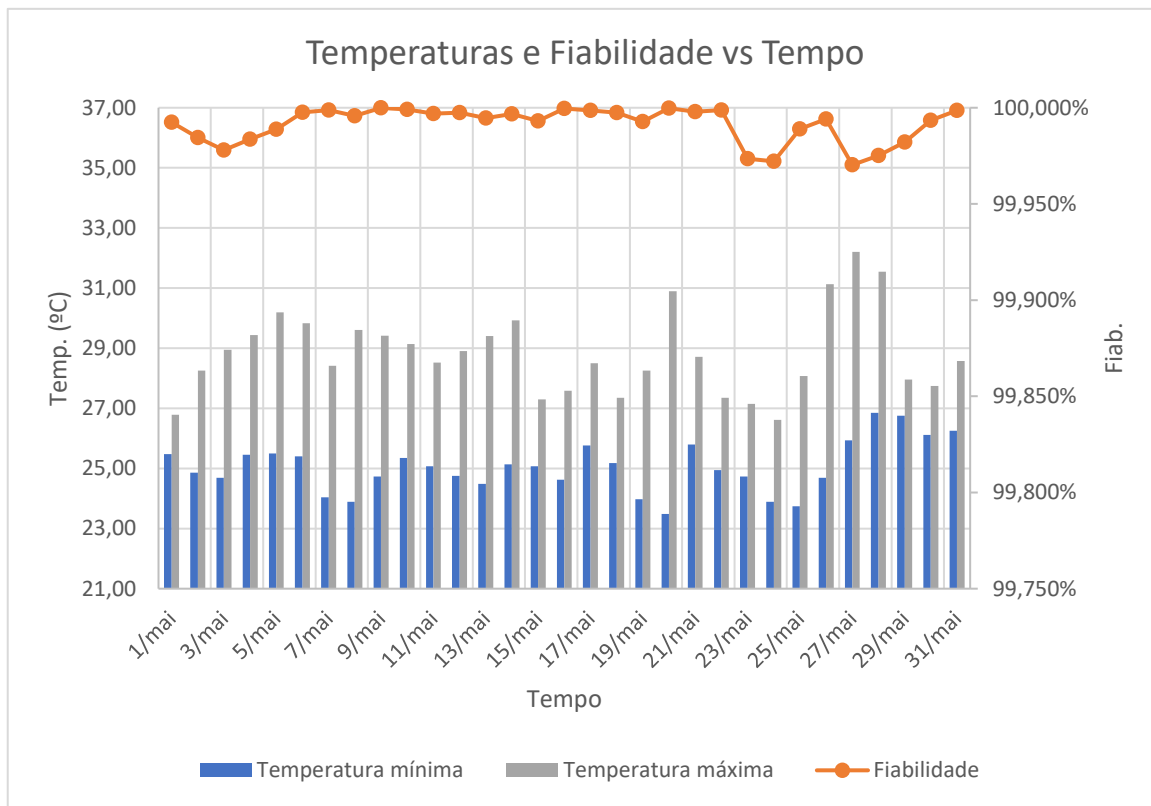


Figura D. 25 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio

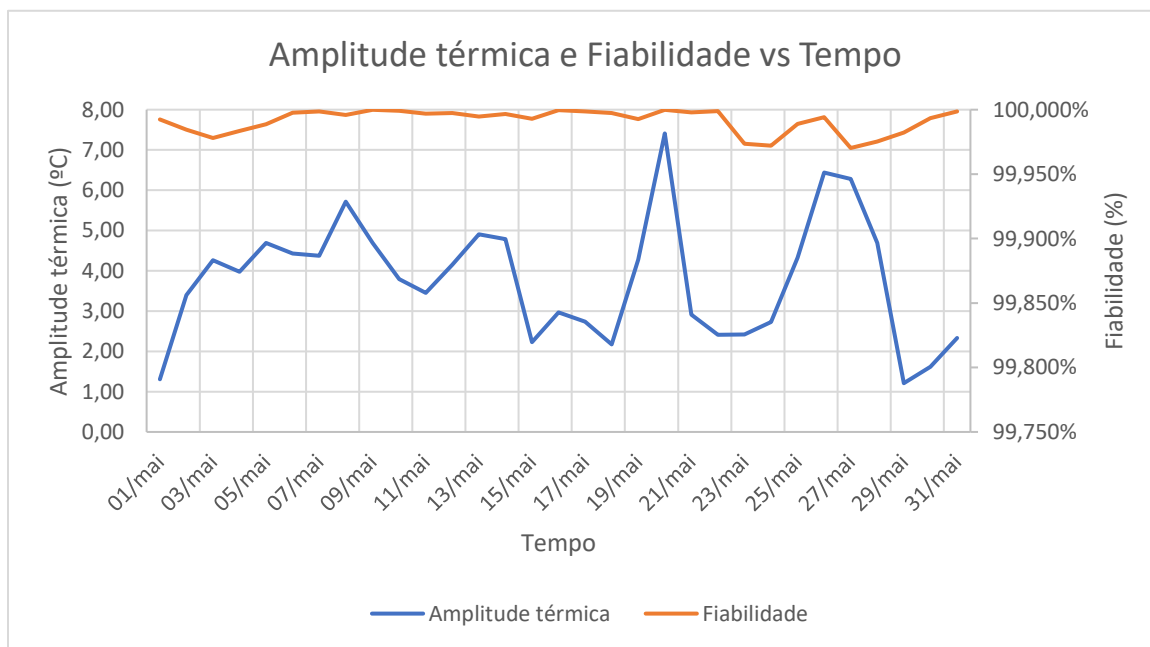


Figura D. 26 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio

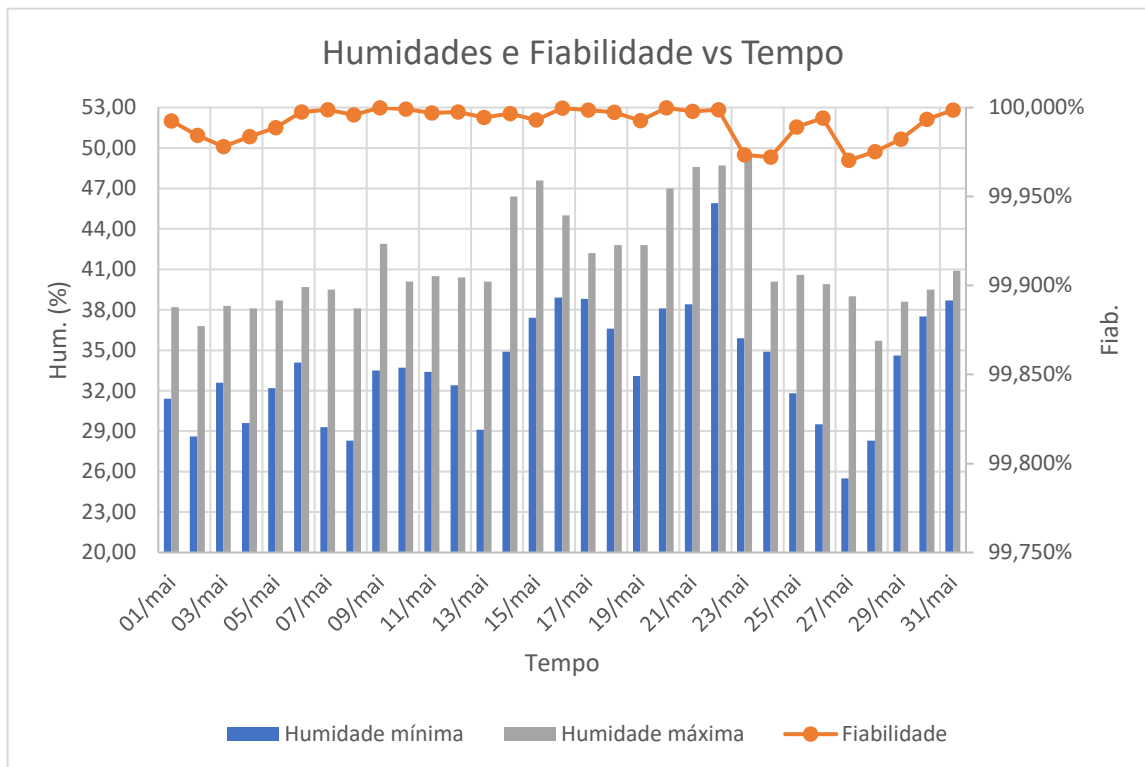


Figura D. 27 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio

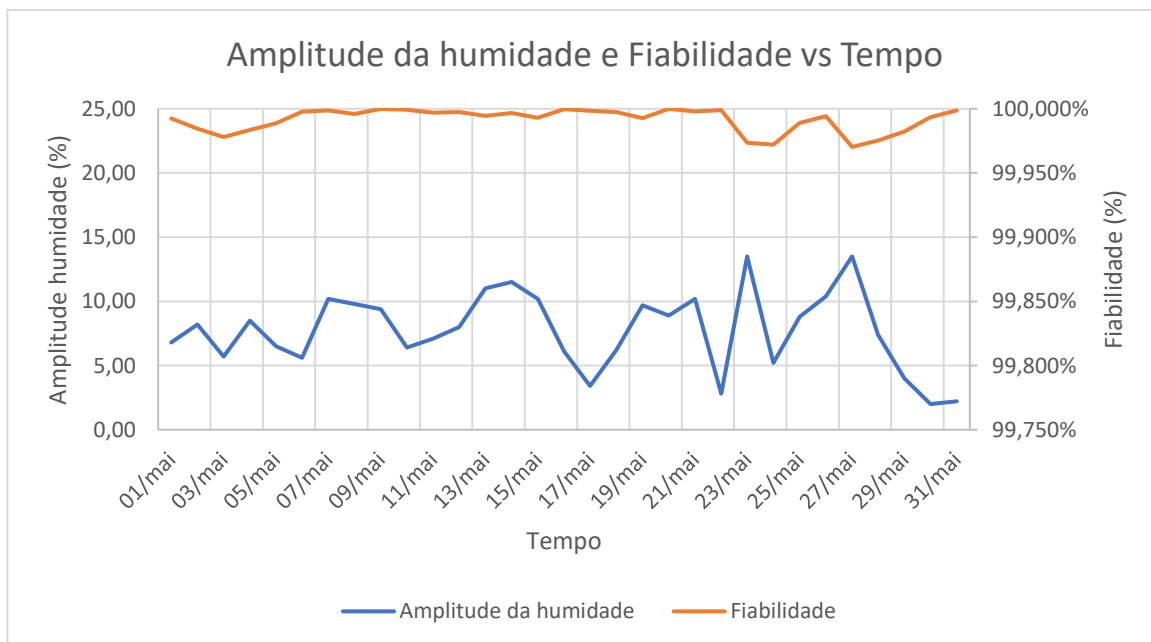


Figura D. 28 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de maio

Mês de junho

Linha 4

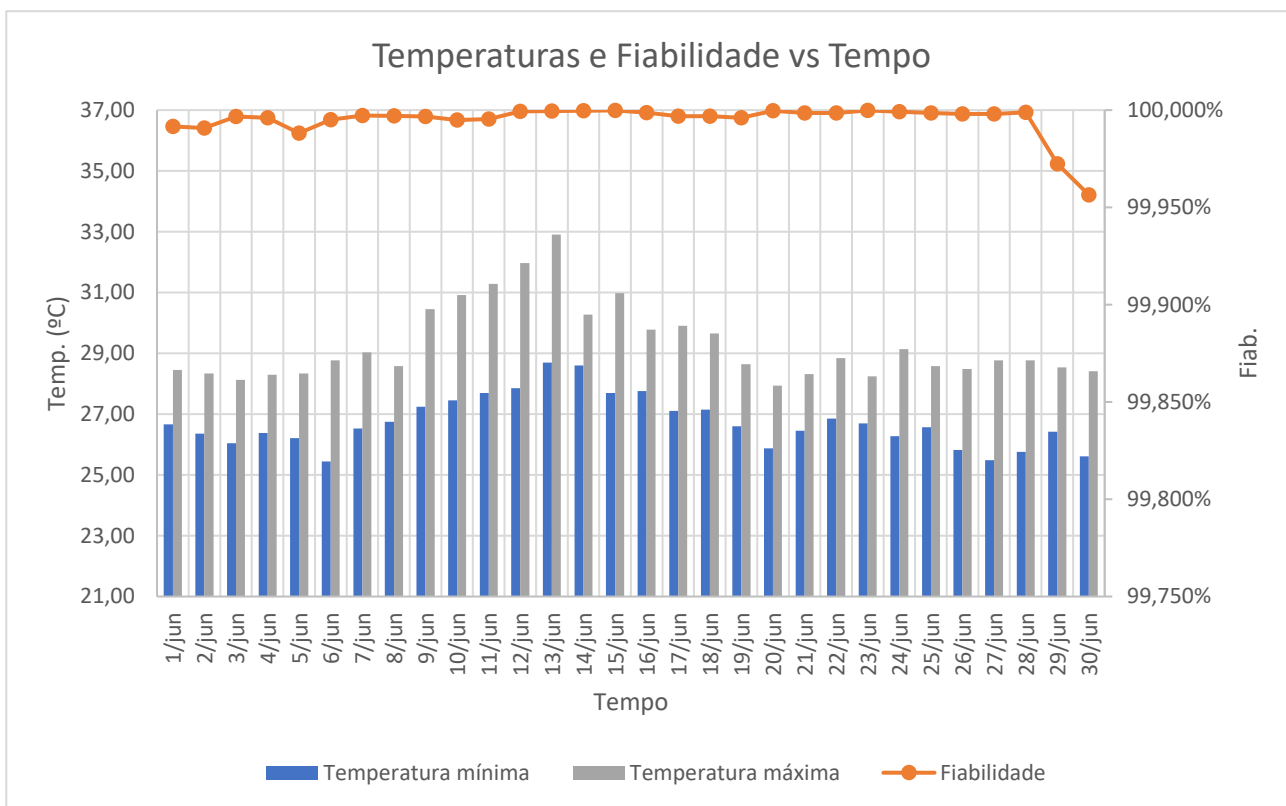


Figura D. 29 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho

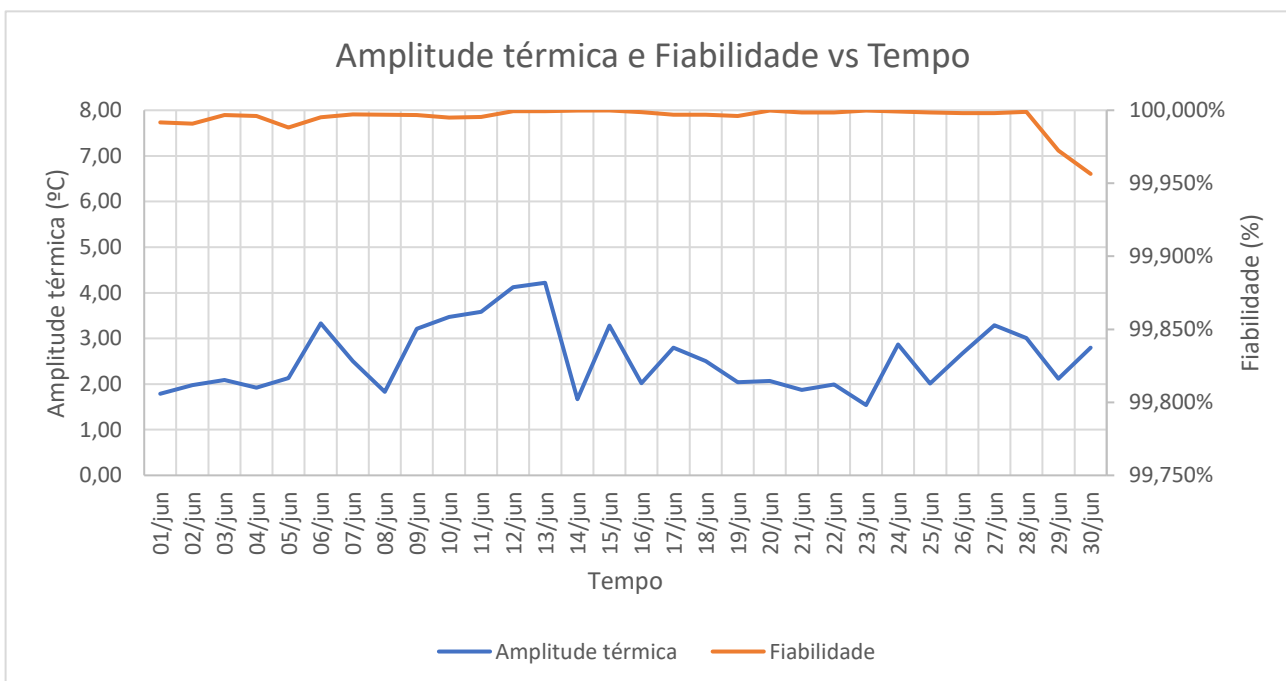


Figura D. 30 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho

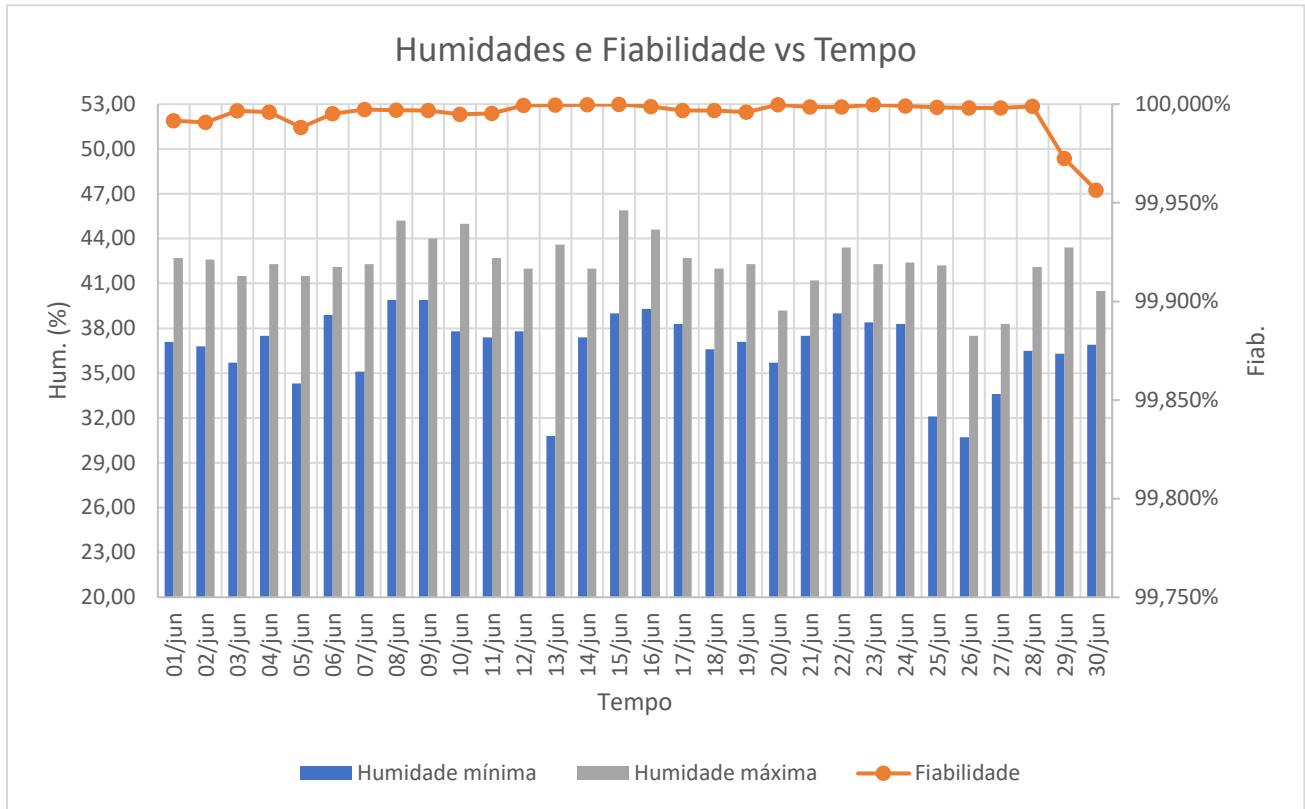


Figura D. 31 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho

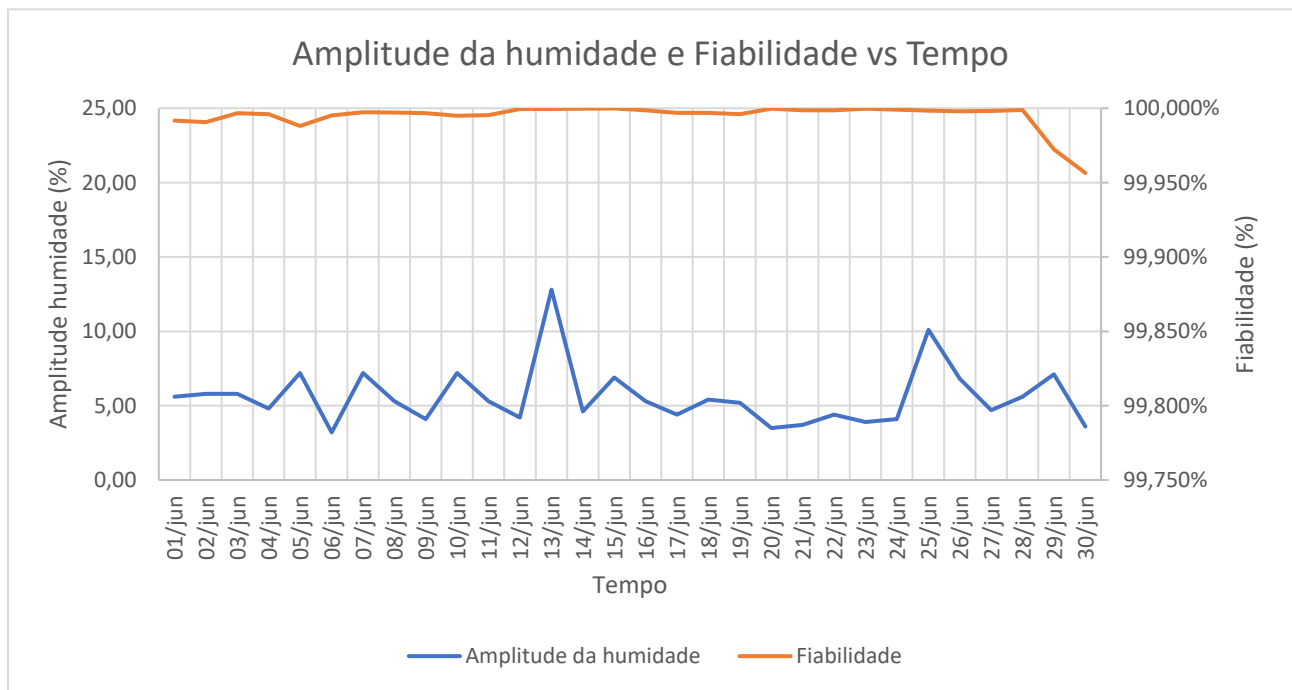


Figura D. 32 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de junho

Linha 5

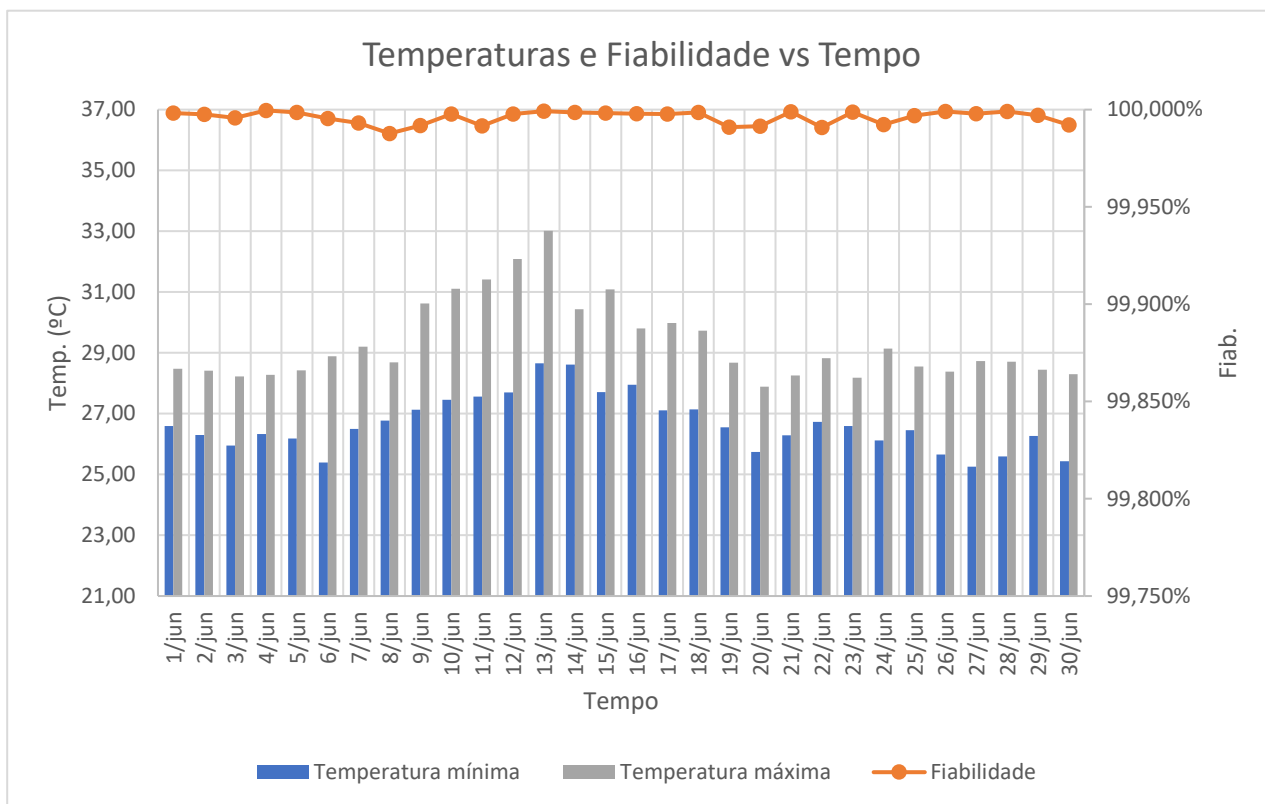


Figura D. 33 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho

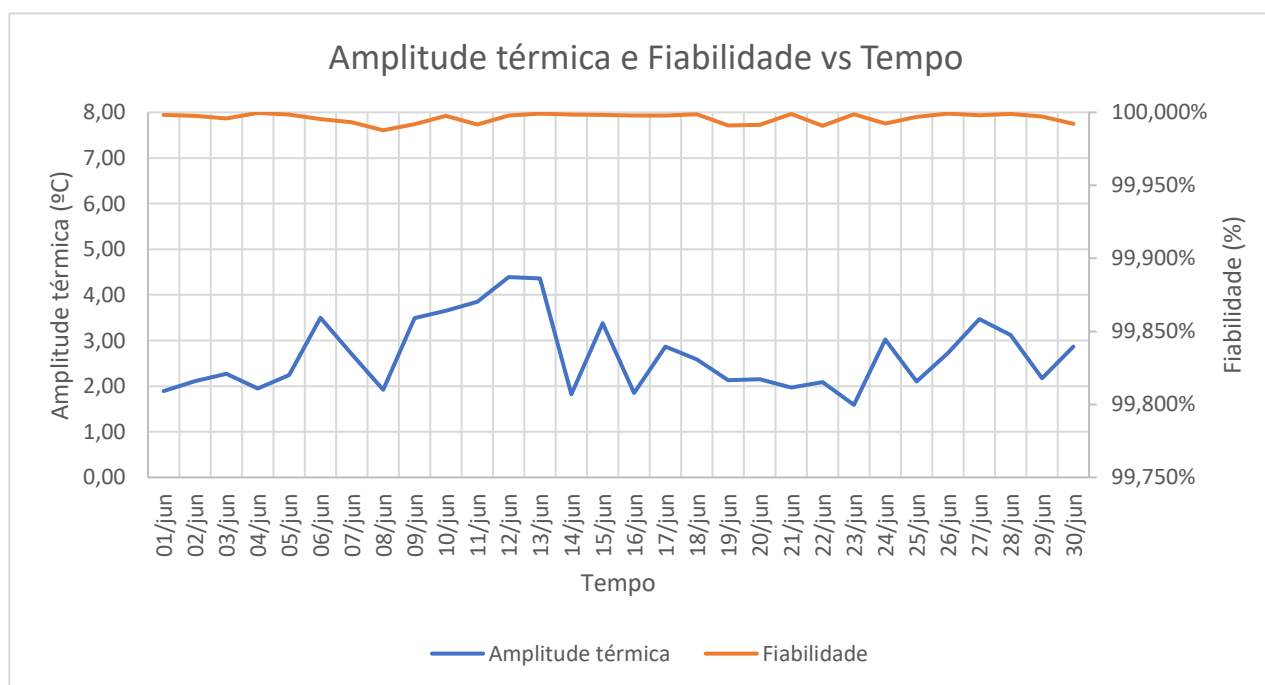


Figura D. 34 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho

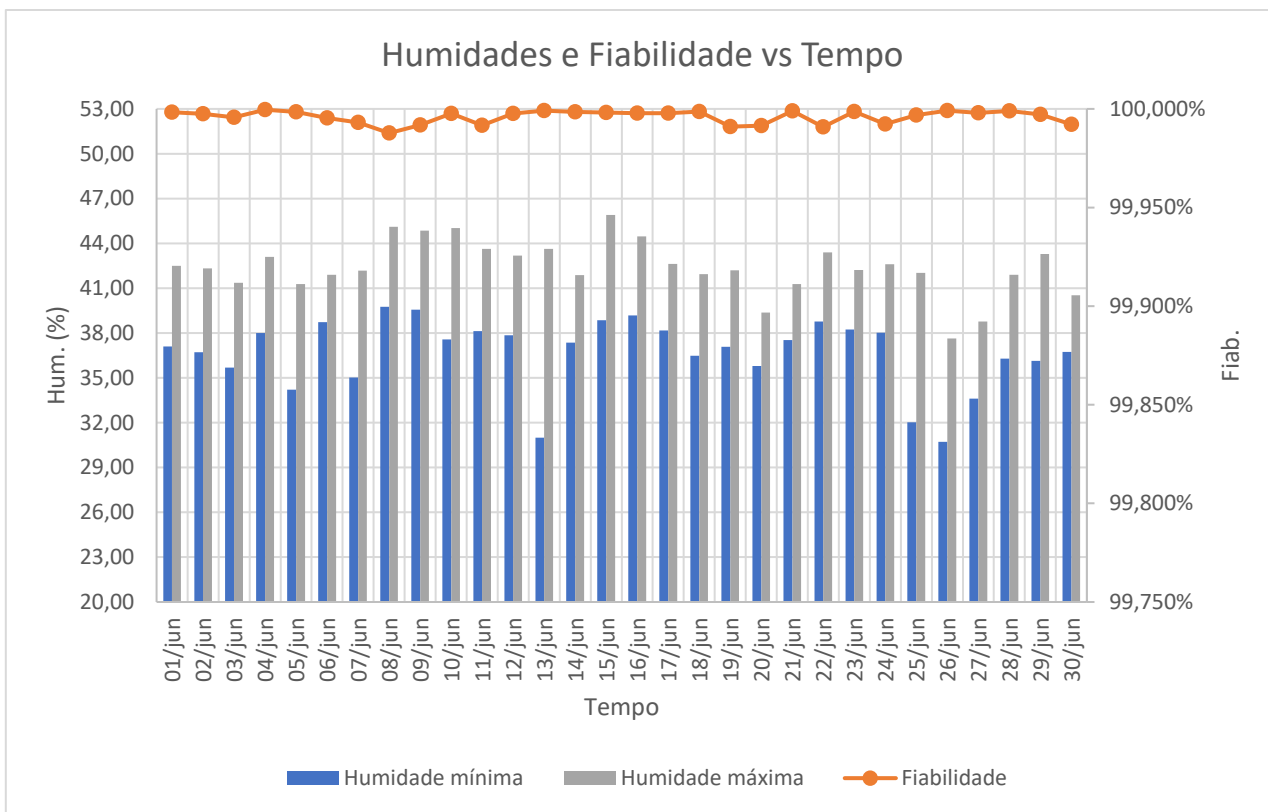


Figura D. 35 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho

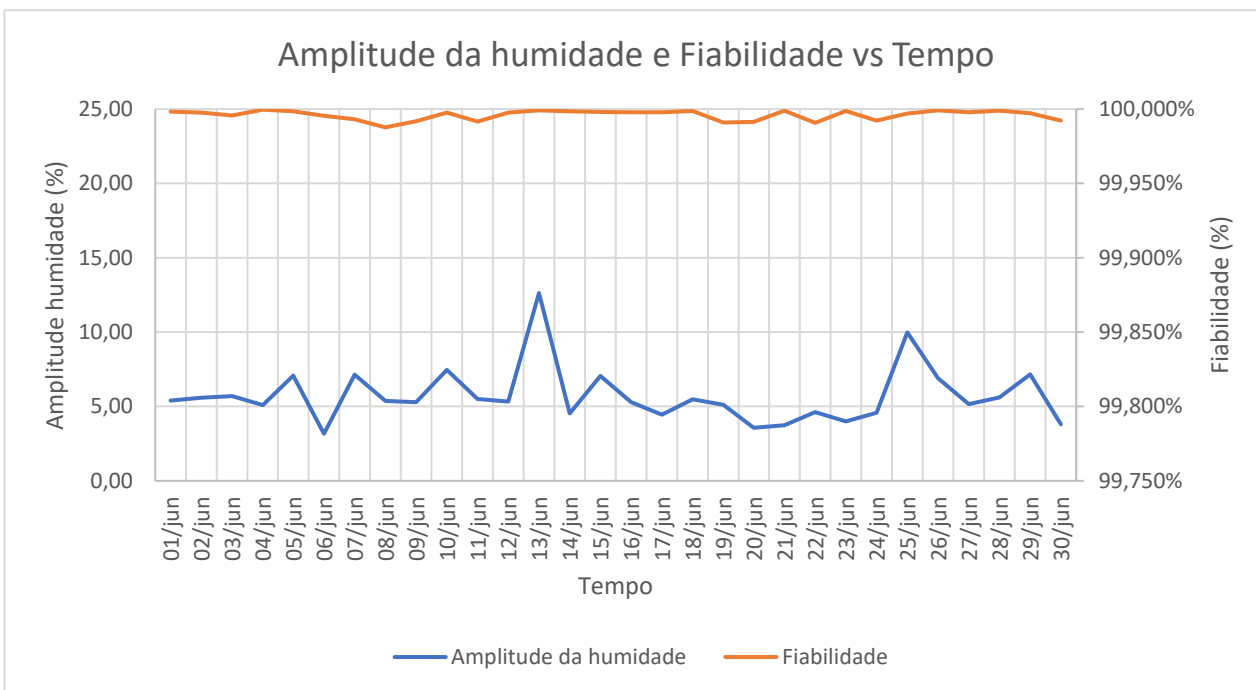


Figura D. 36 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de junho

Linha 6

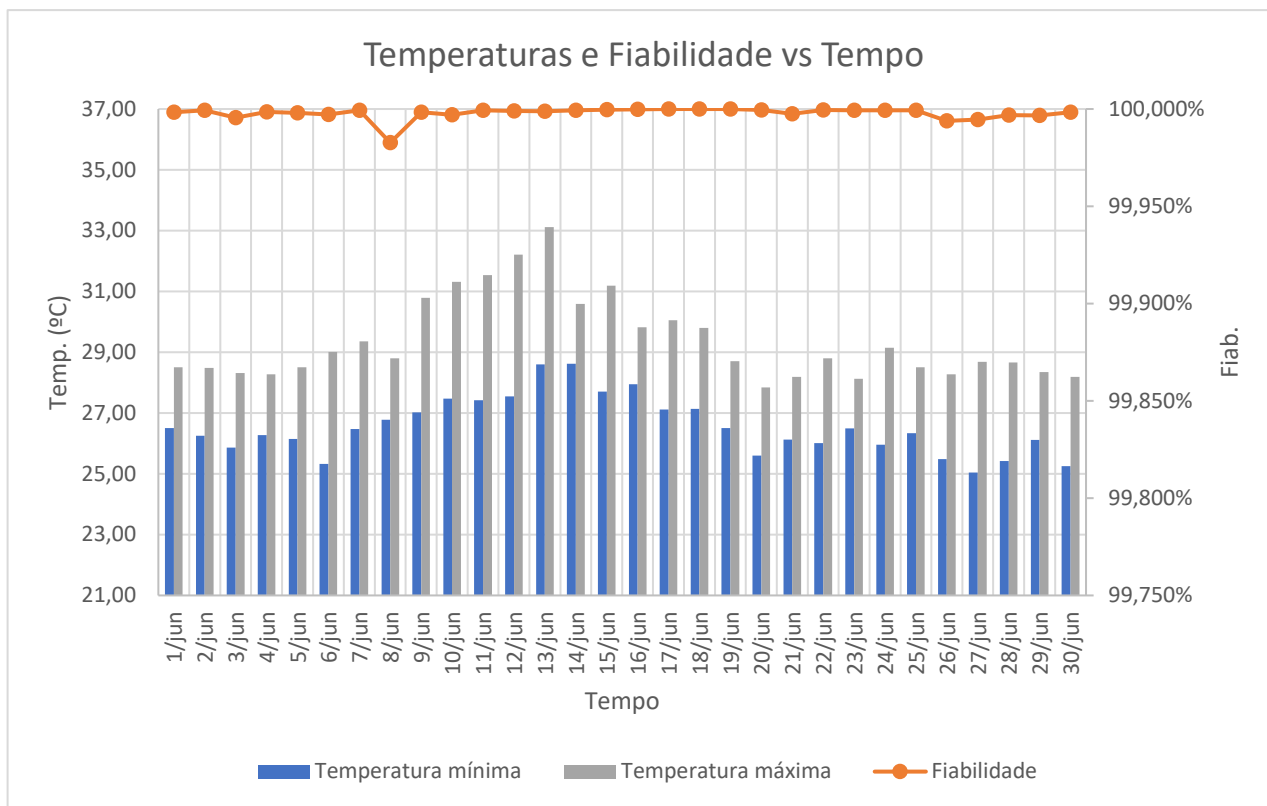


Figura D. 37 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho

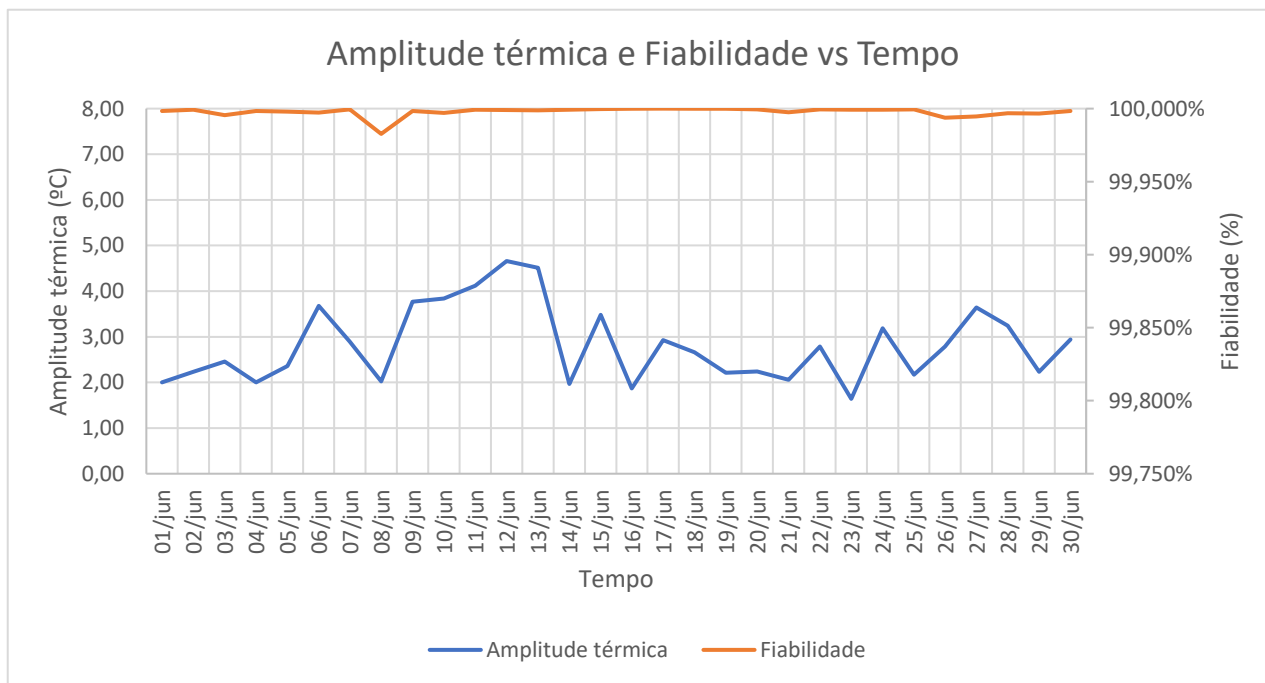


Figura D. 38 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho

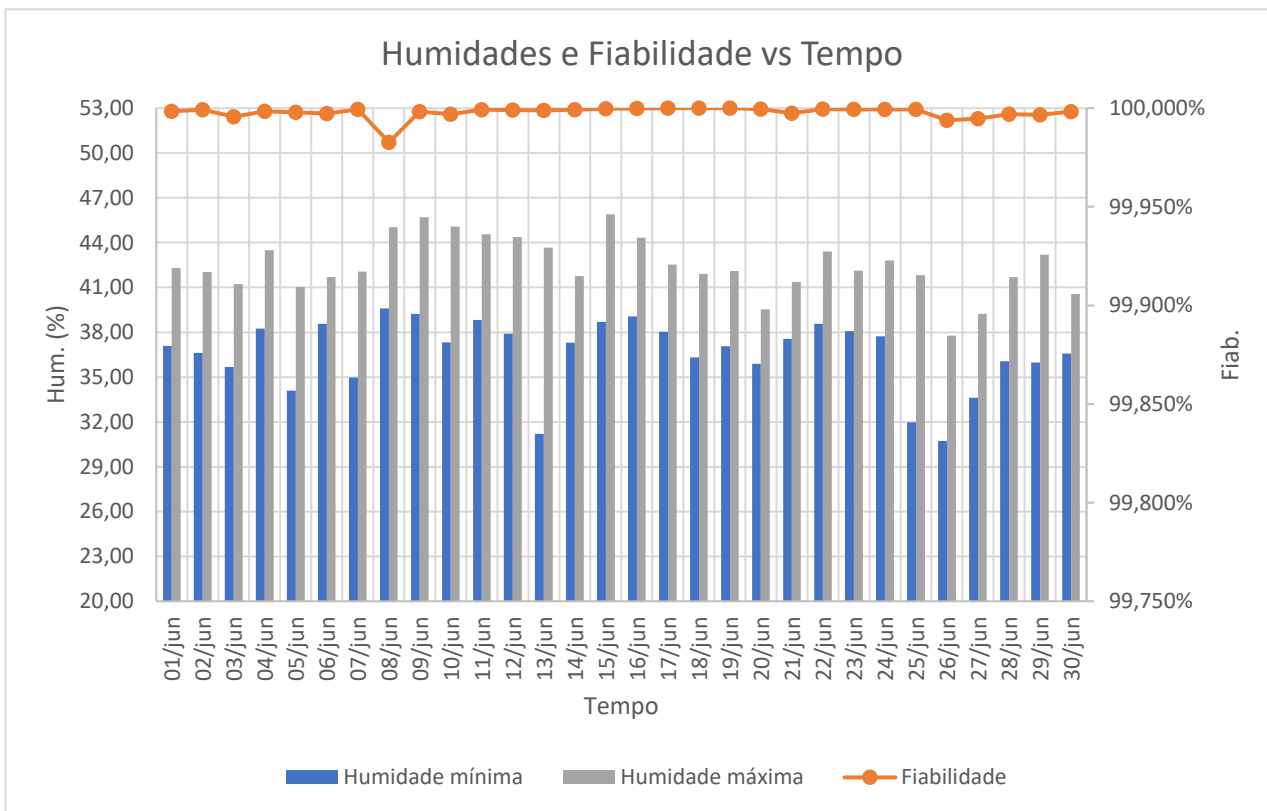


Figura D. 39 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho

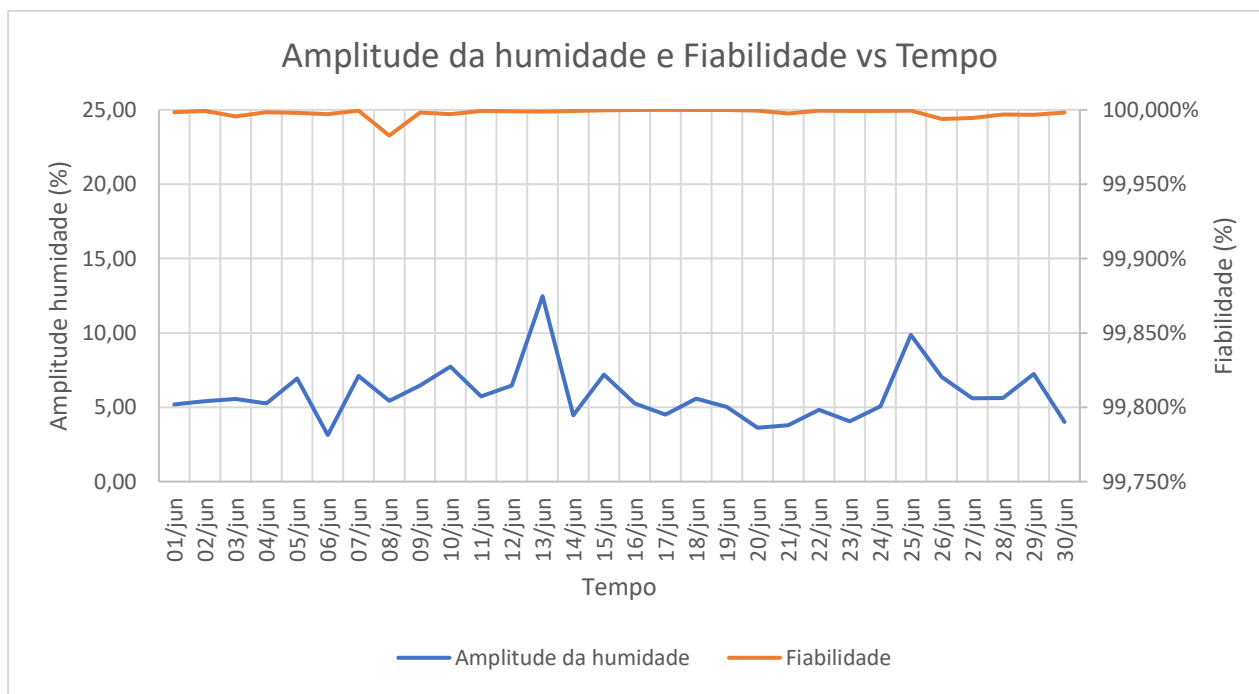


Figura D. 40 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de junho

Linha 7

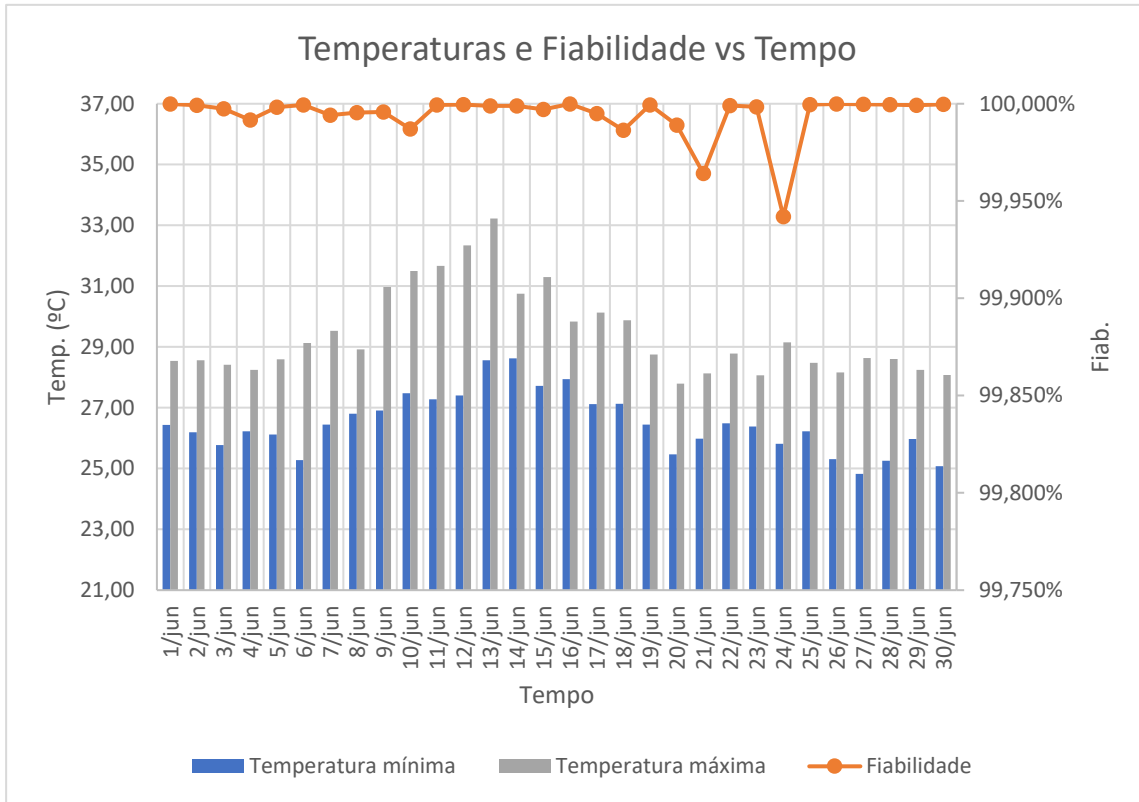


Figura D. 41 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho

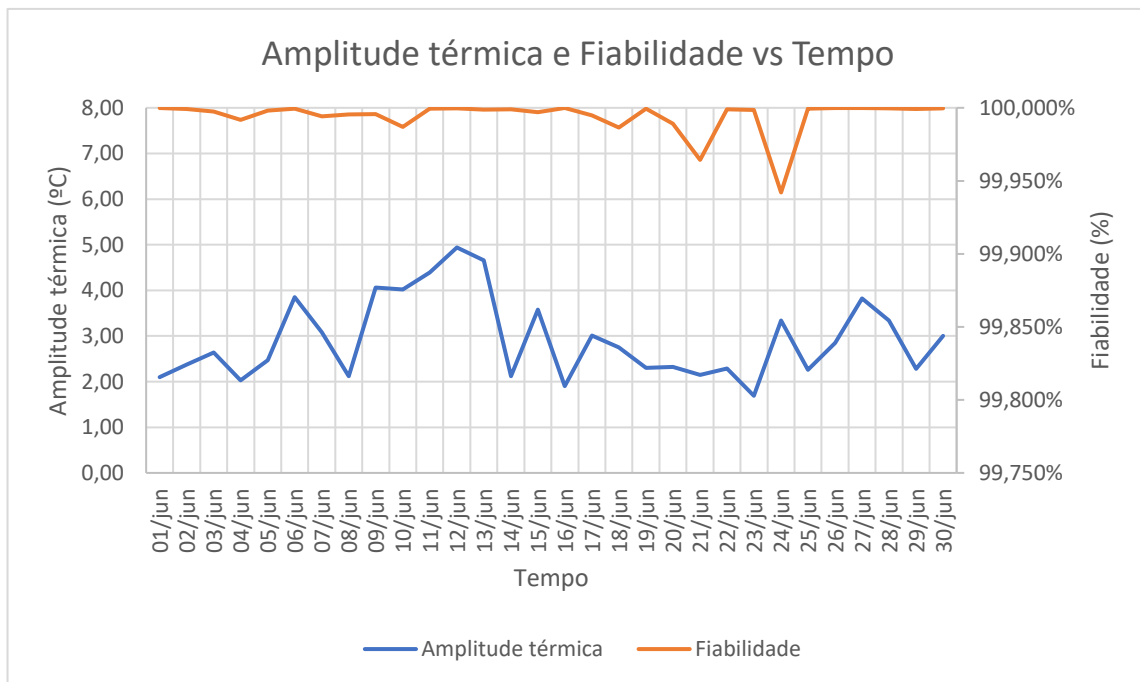


Figura D. 42 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho

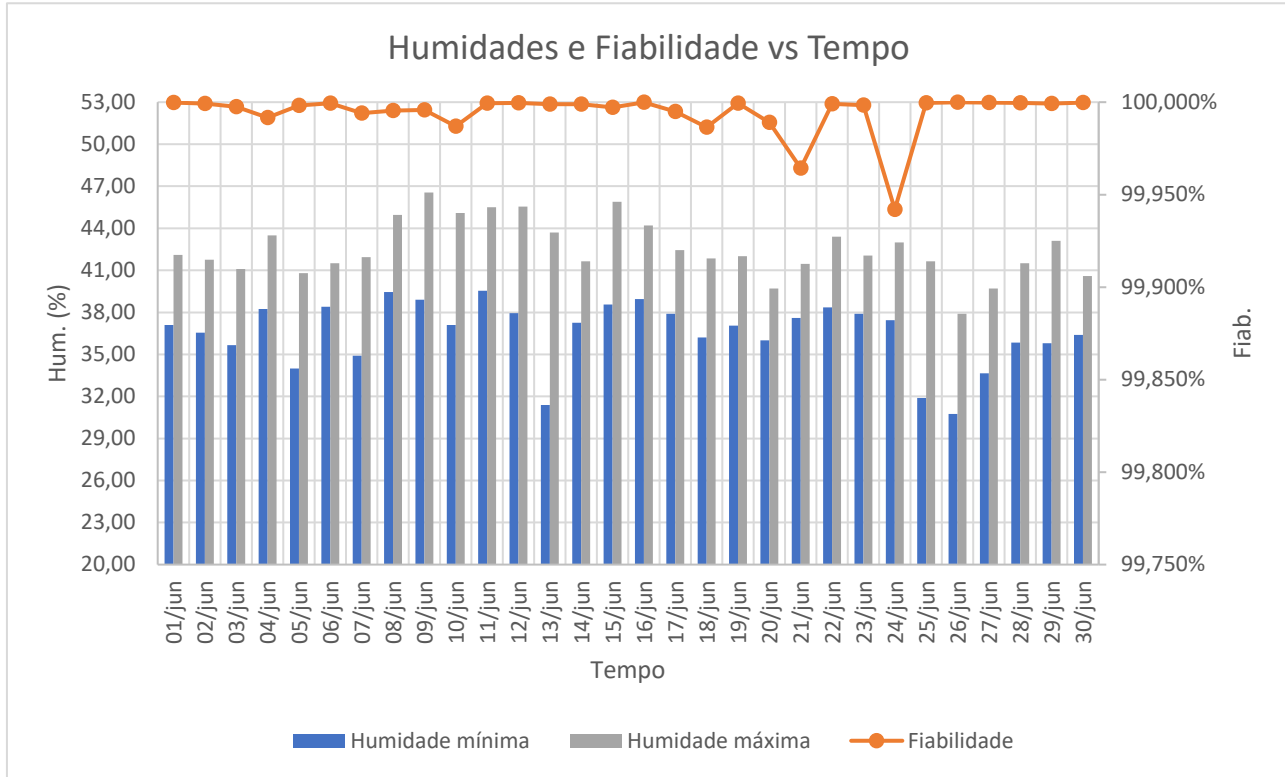


Figura D. 43 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho

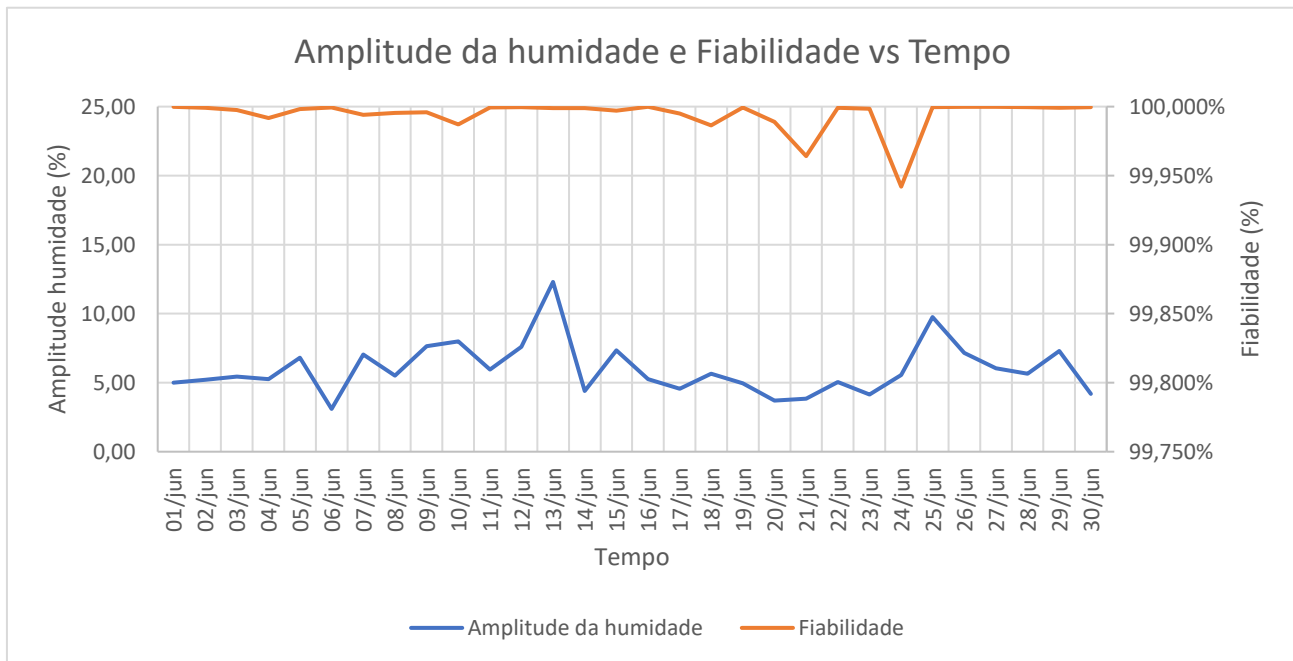


Figura D. 44 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de junho

Linha 8

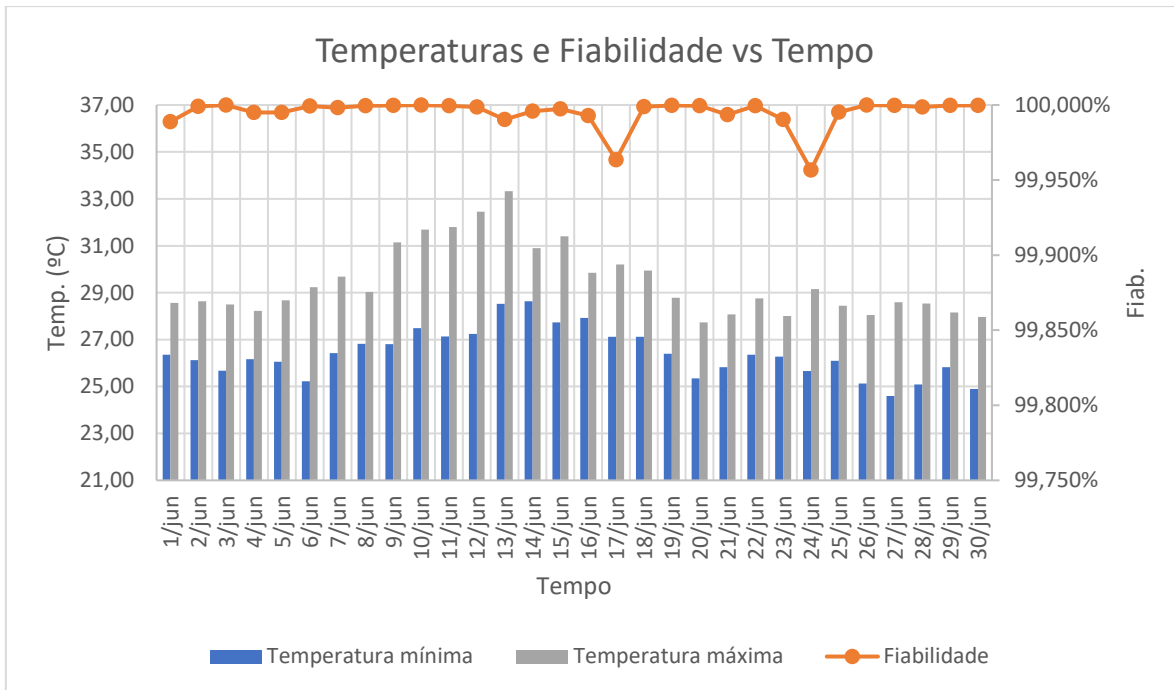


Figura D. 45 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho

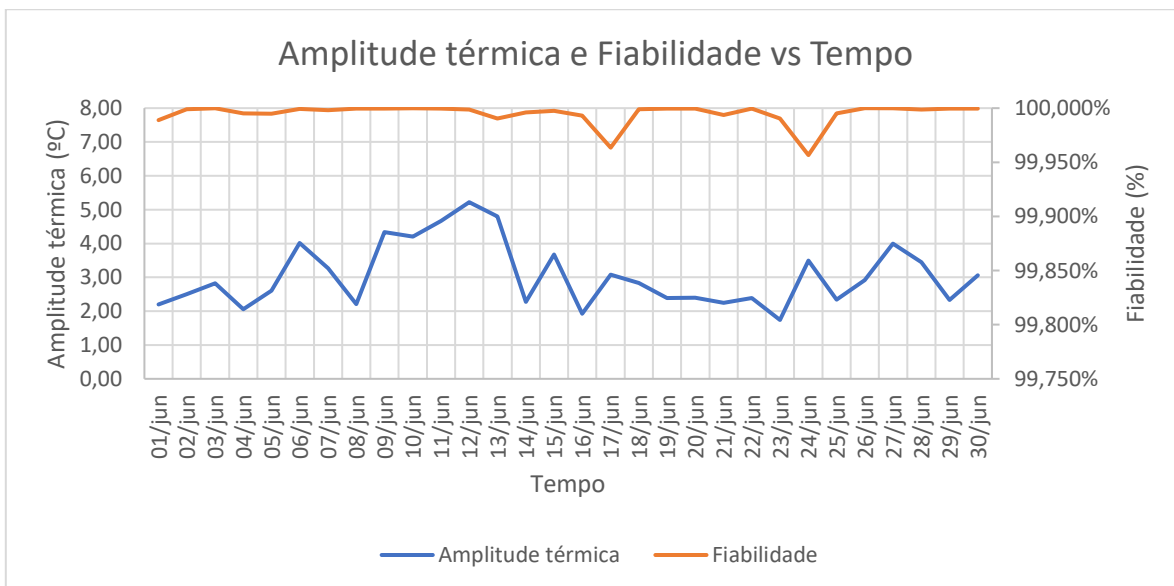


Figura D. 46 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho

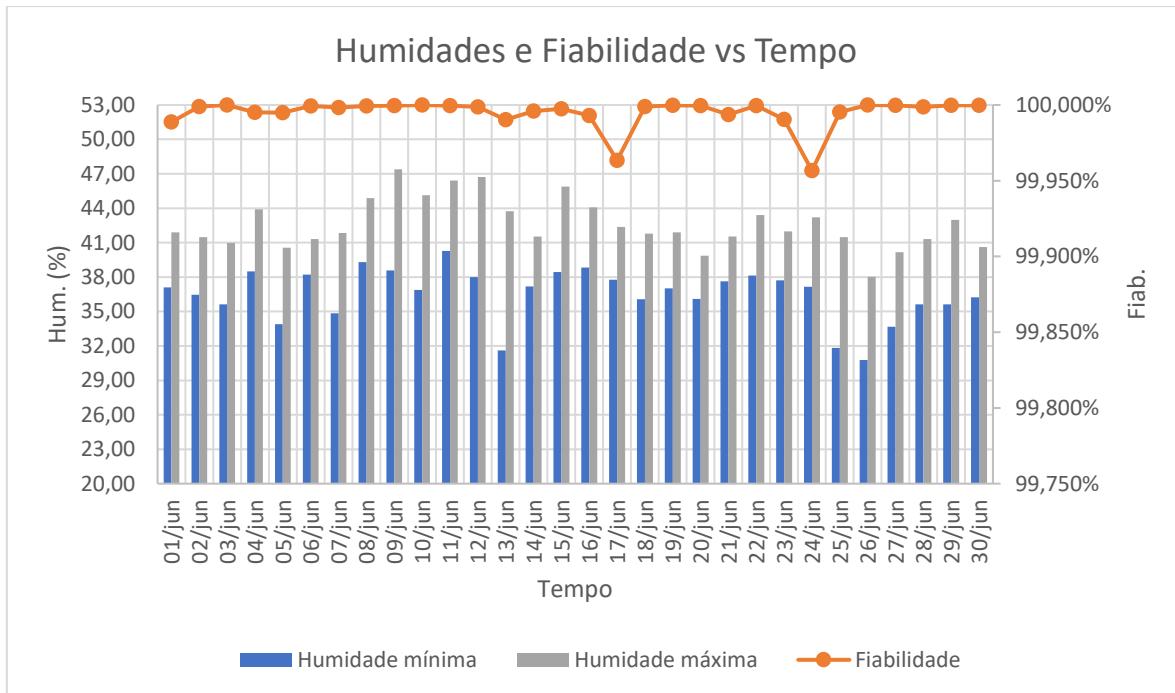


Figura D. 47 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho

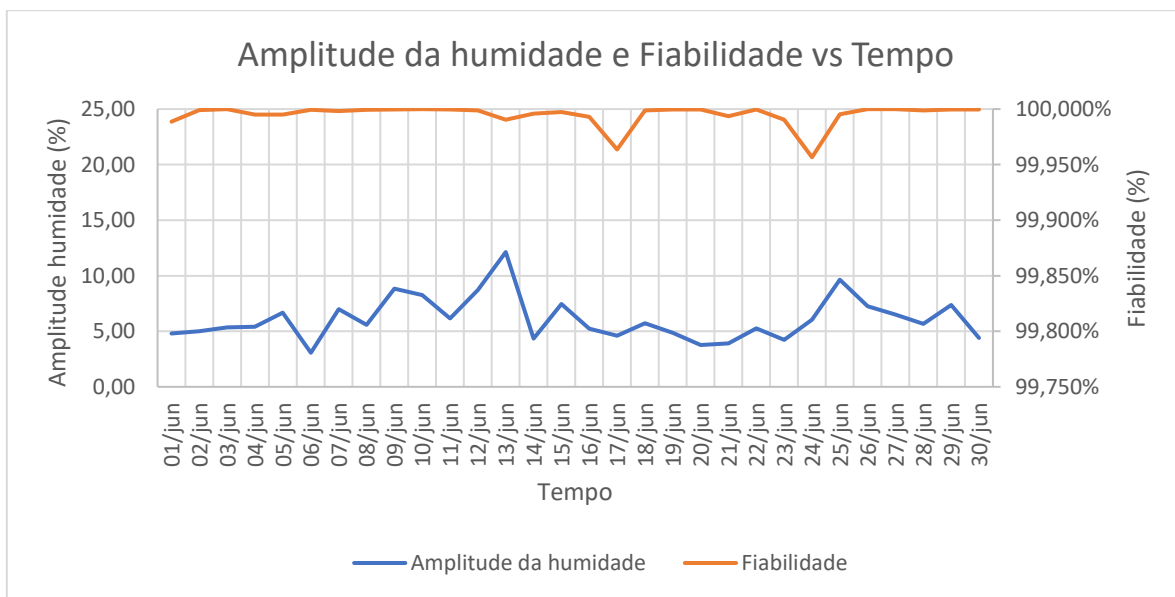


Figura D. 48 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de junho

Linha 9

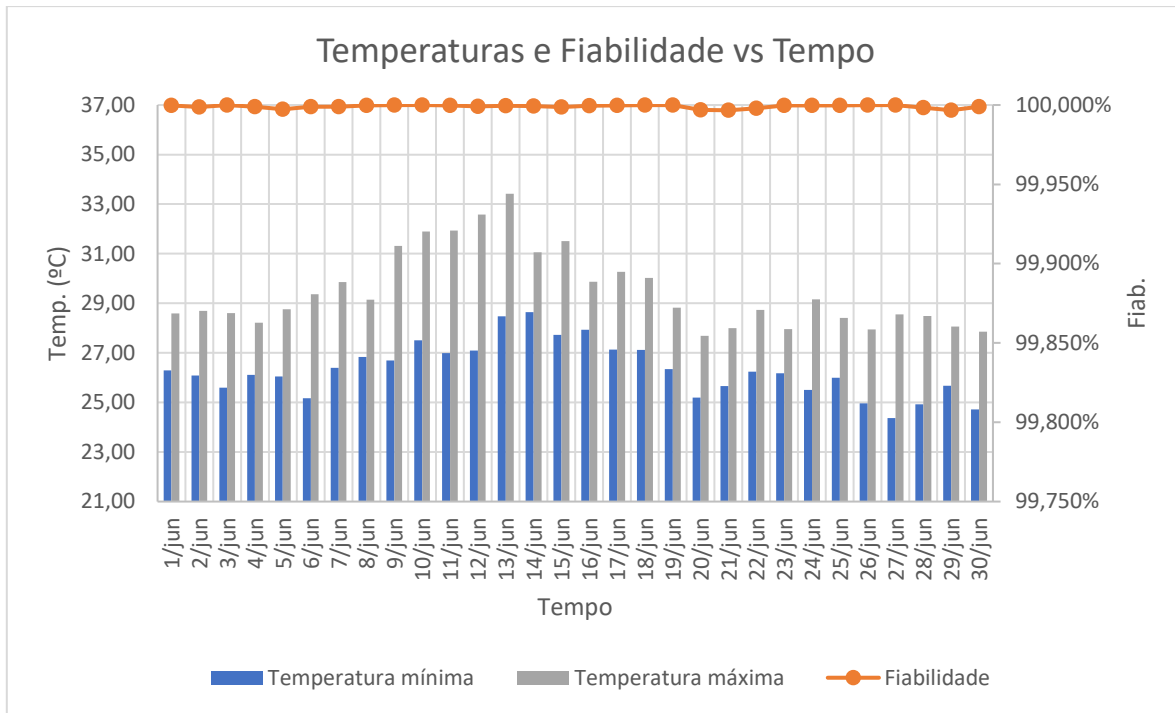


Figura D. 49 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho

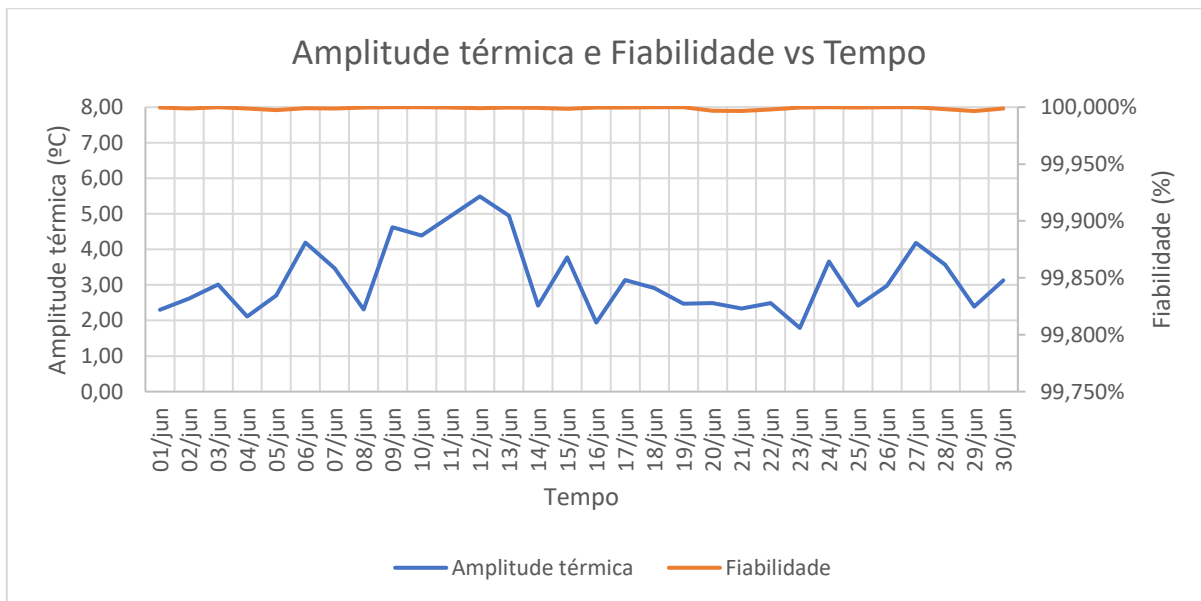


Figura D. 50 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho

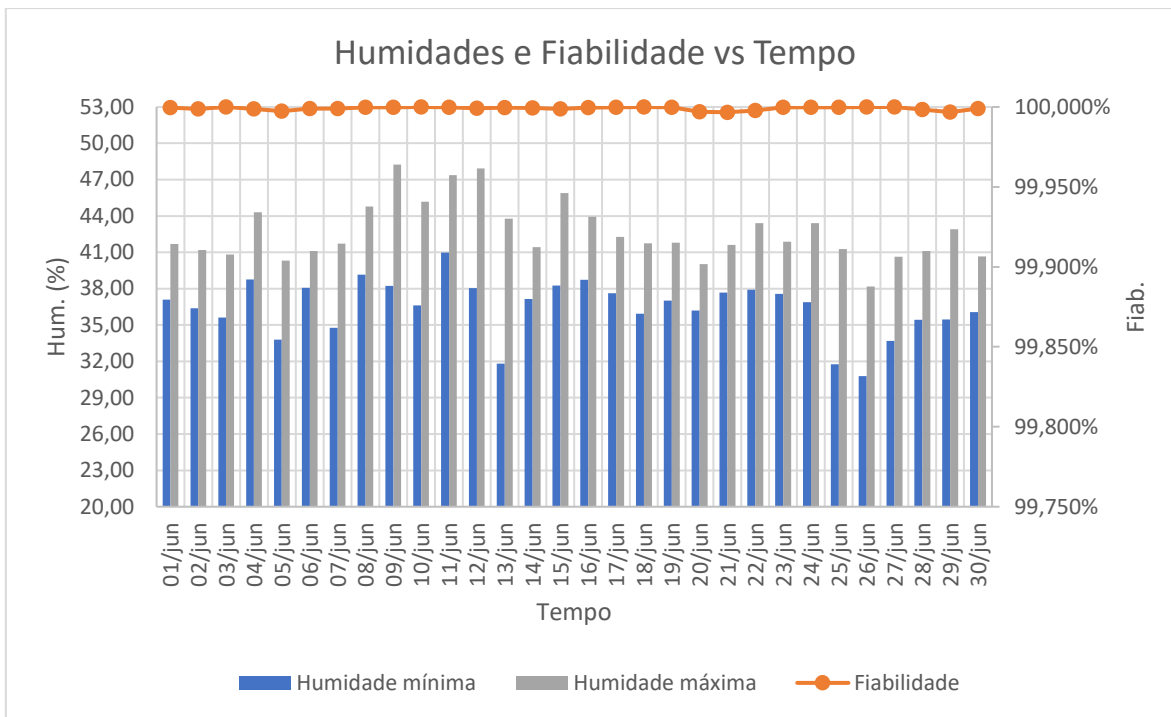


Figura D. 51 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho

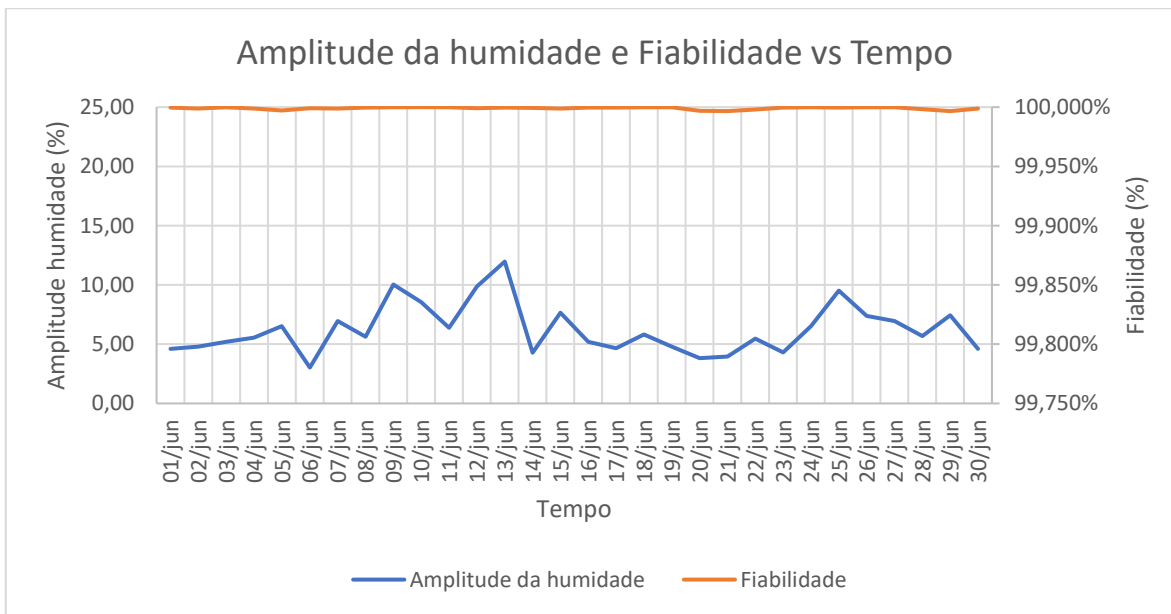


Figura D. 52 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de junho

Linha 10

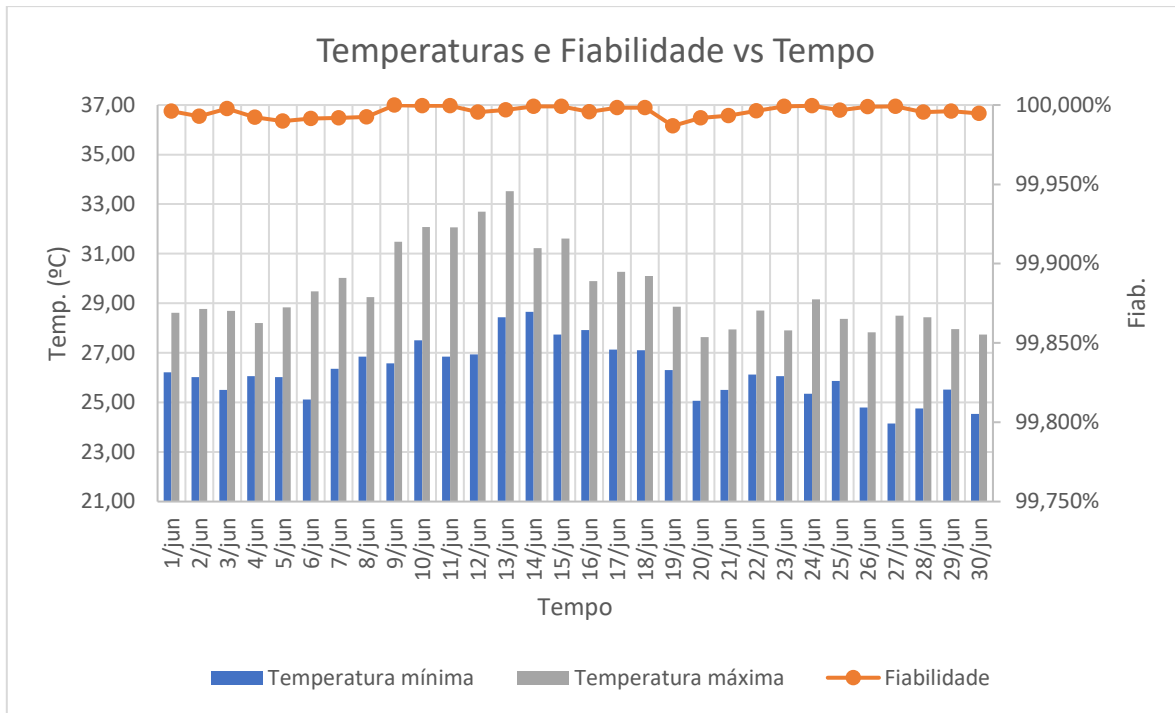


Figura D. 53 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho

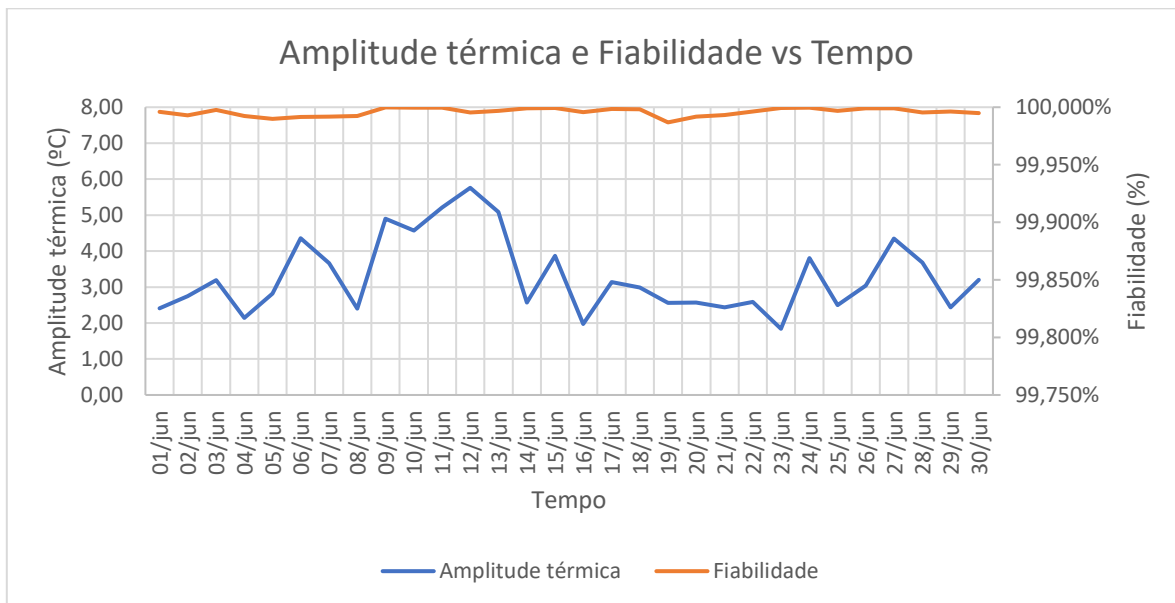


Figura D. 54 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho

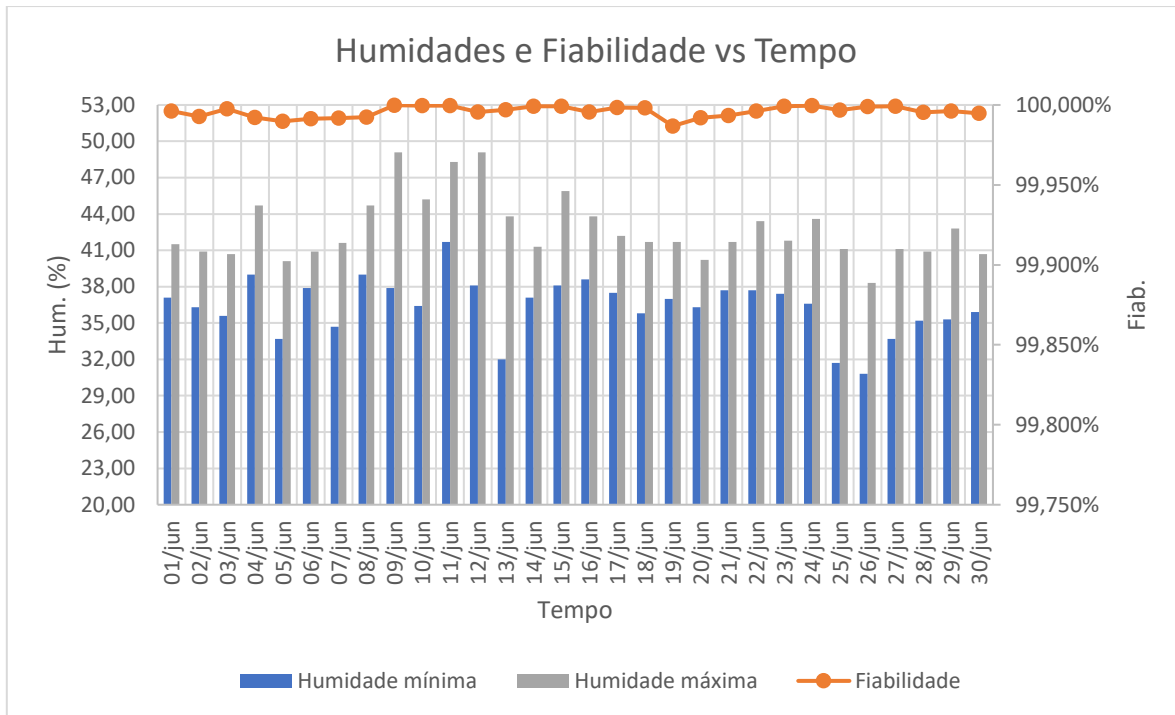


Figura D. 55 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho

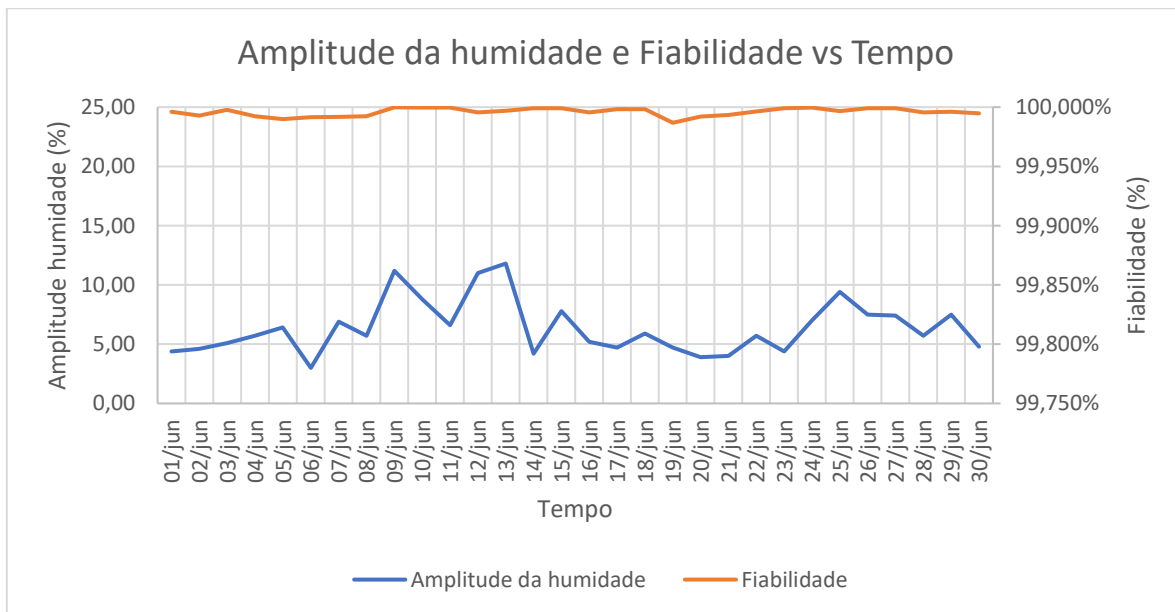


Figura D. 56 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de junho

Mês de julho

Linha 4

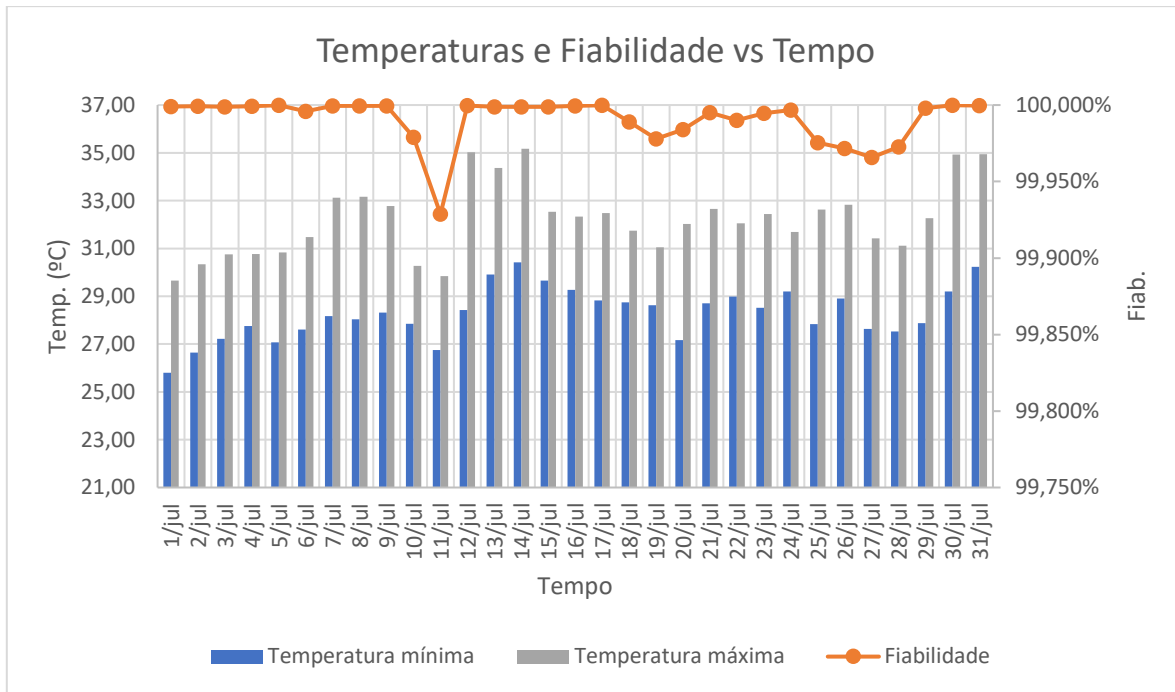


Figura D. 57 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho

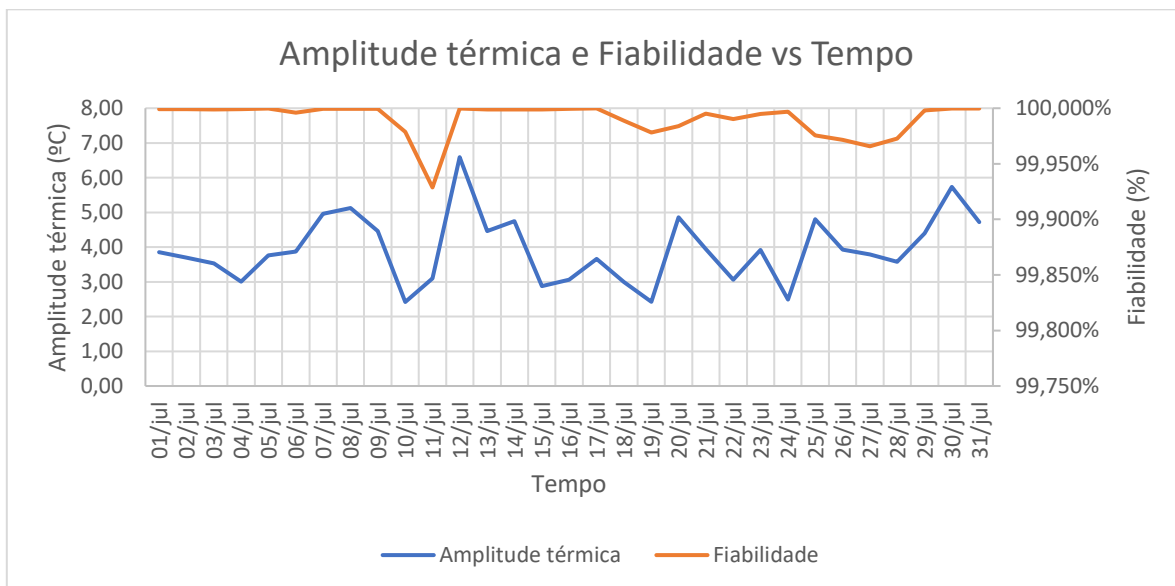


Figura D. 58 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho

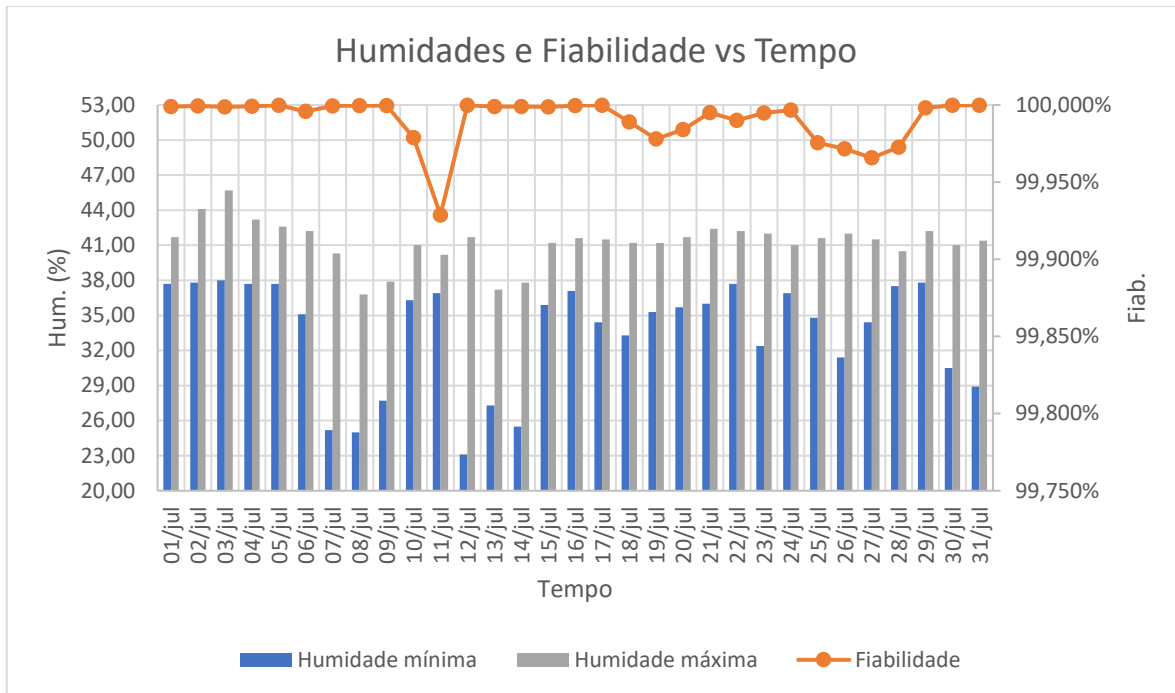


Figura D. 59 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho

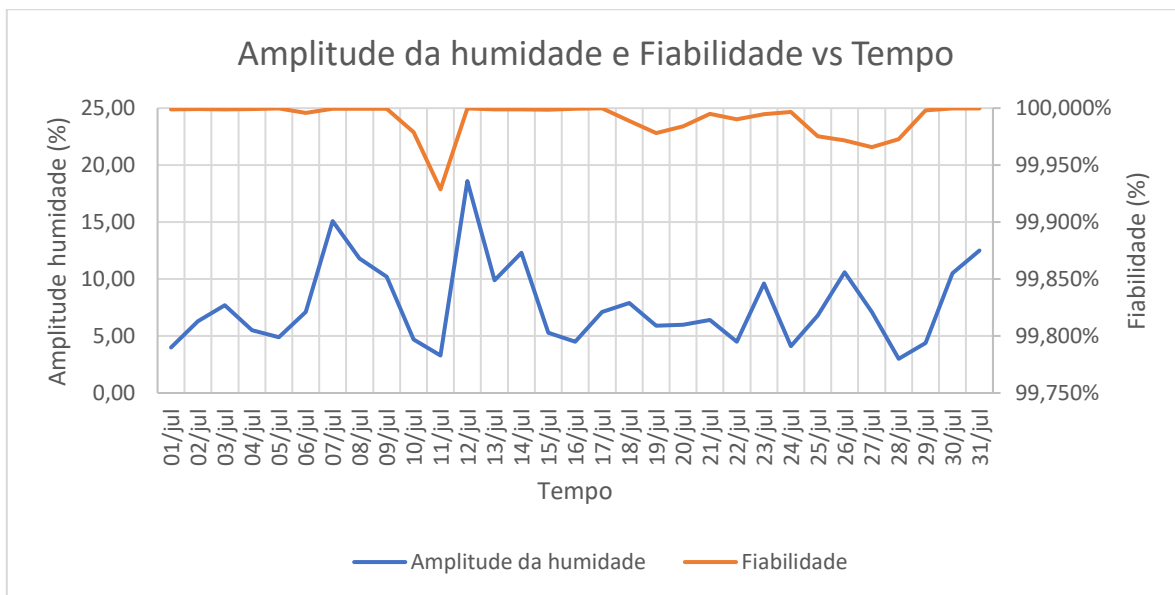


Figura D. 60 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 4 no mês de julho

Linha 5

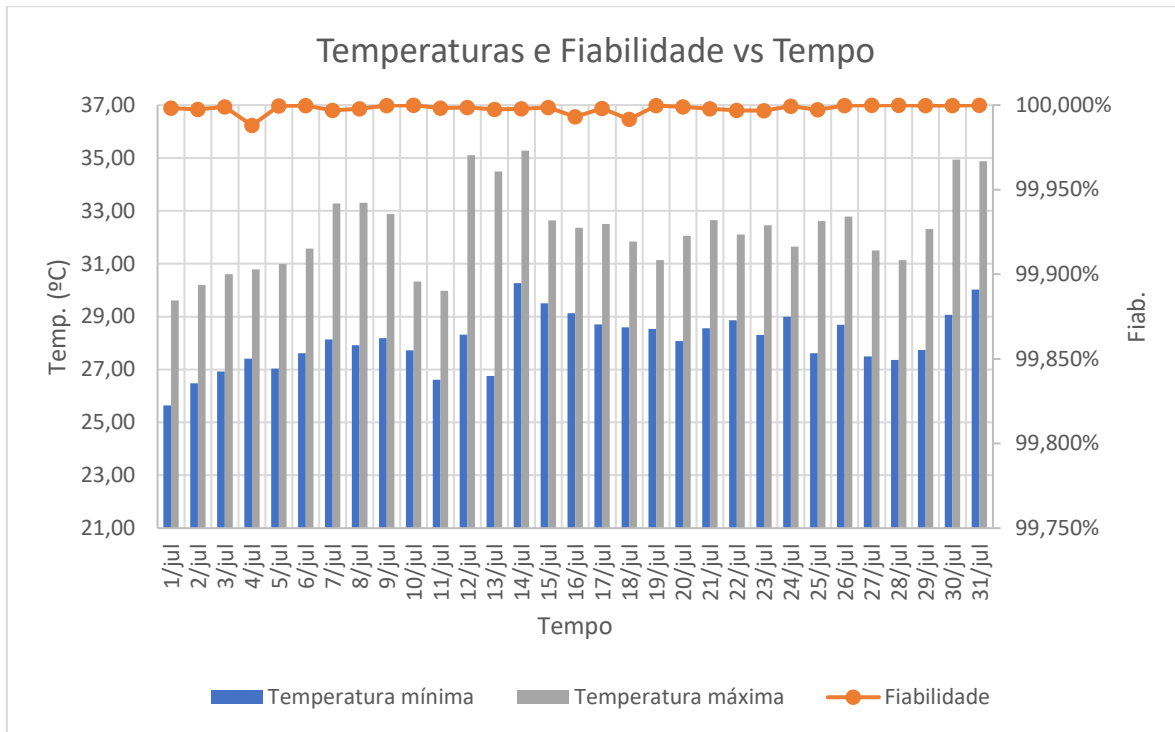


Figura D. 61 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho

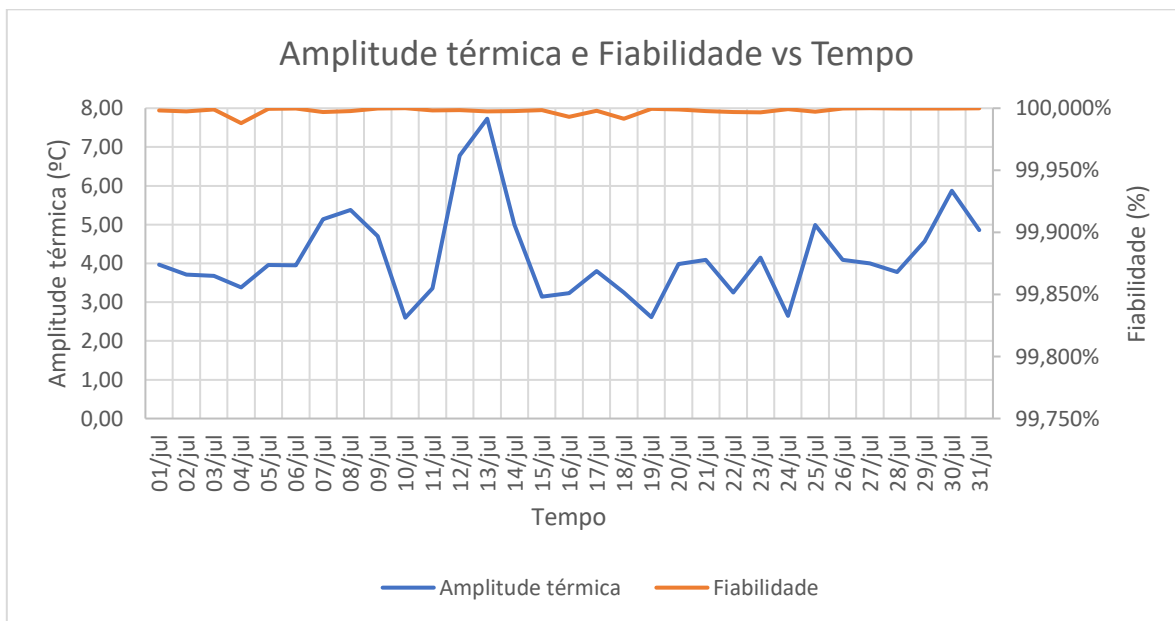


Figura D. 62 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho

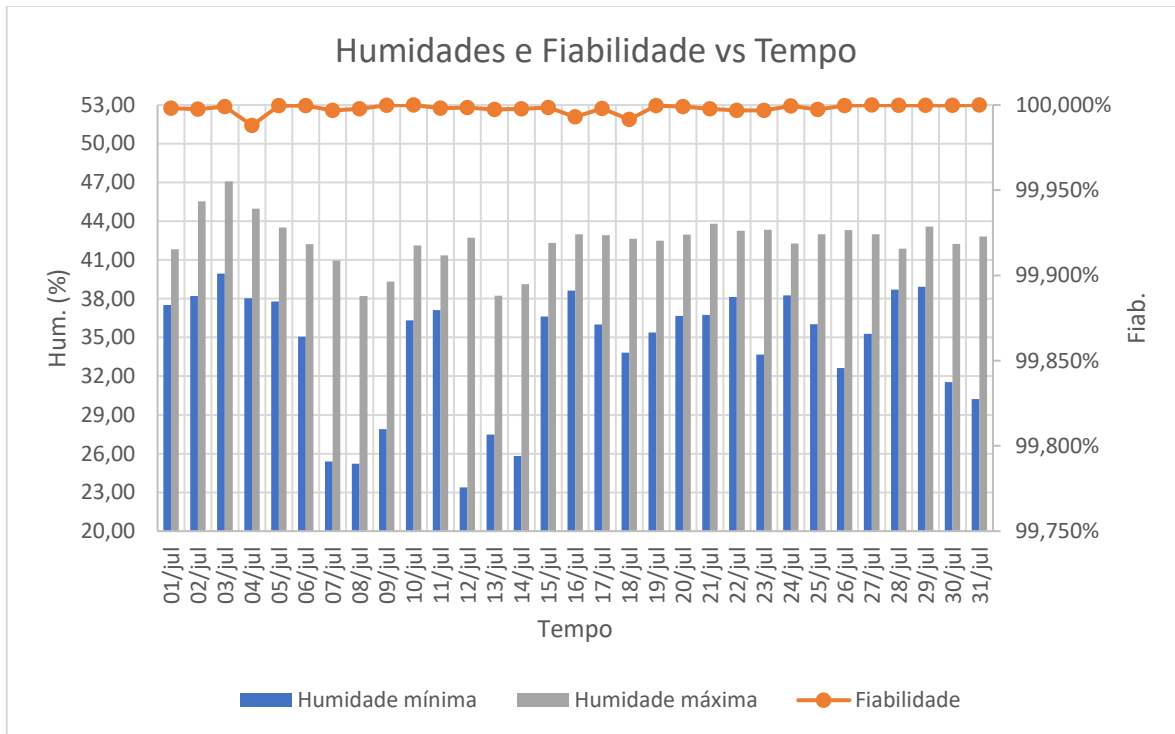


Figura D. 63 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho

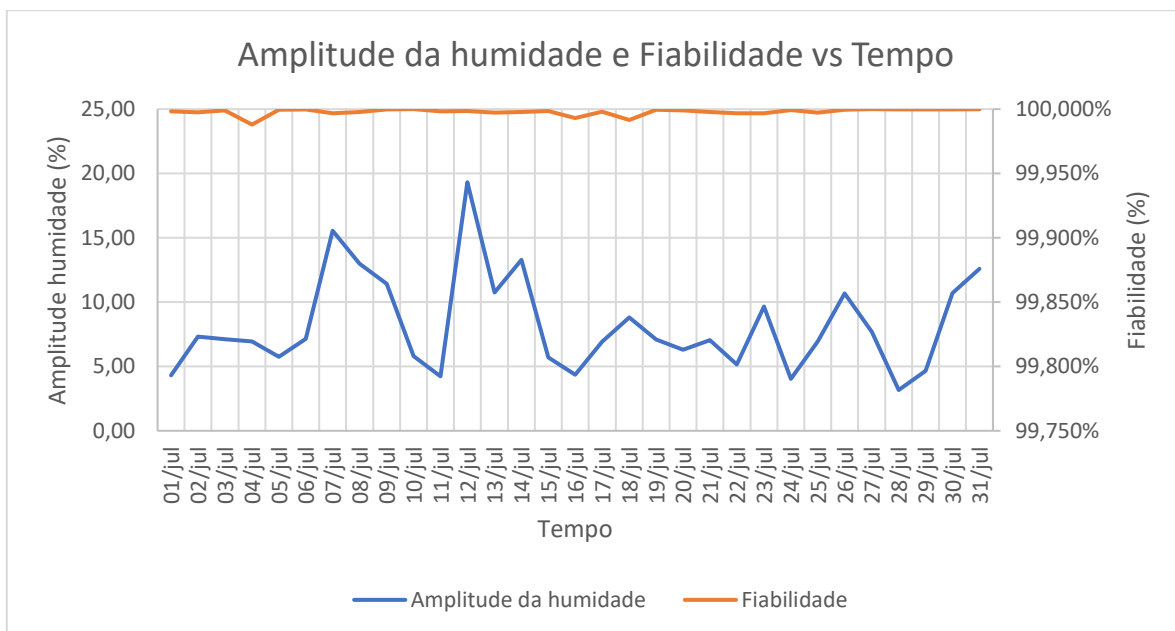


Figura D. 64 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 5 no mês de julho

Linha 6

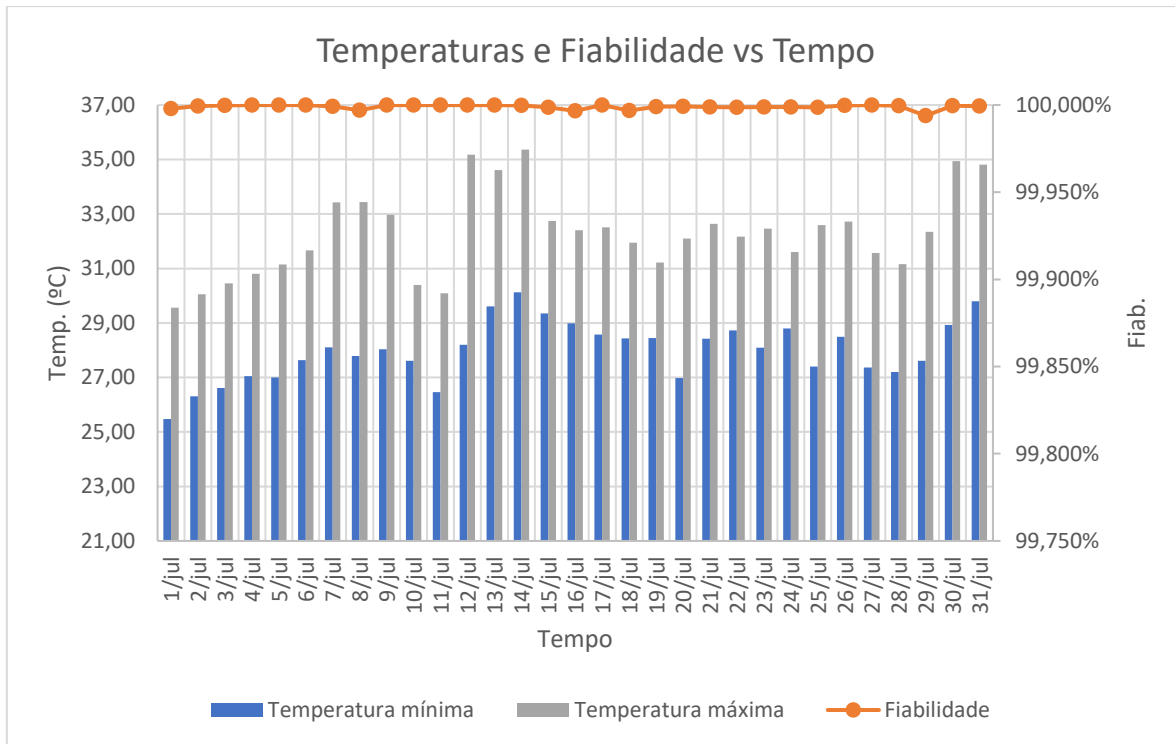


Figura D. 65 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho

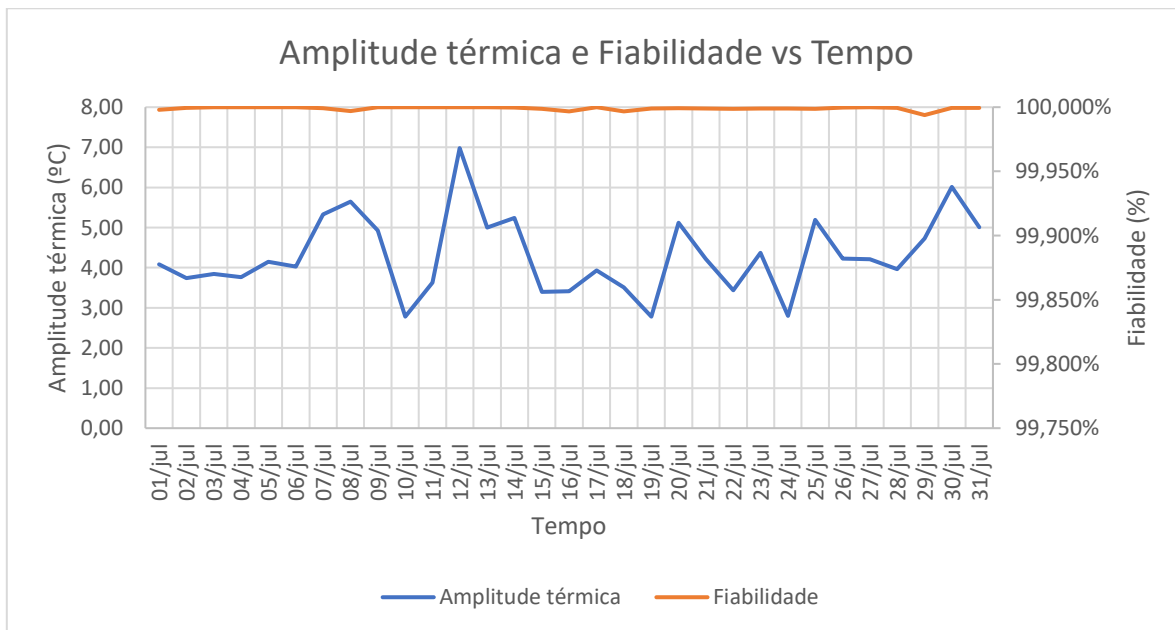


Figura D. 66 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho

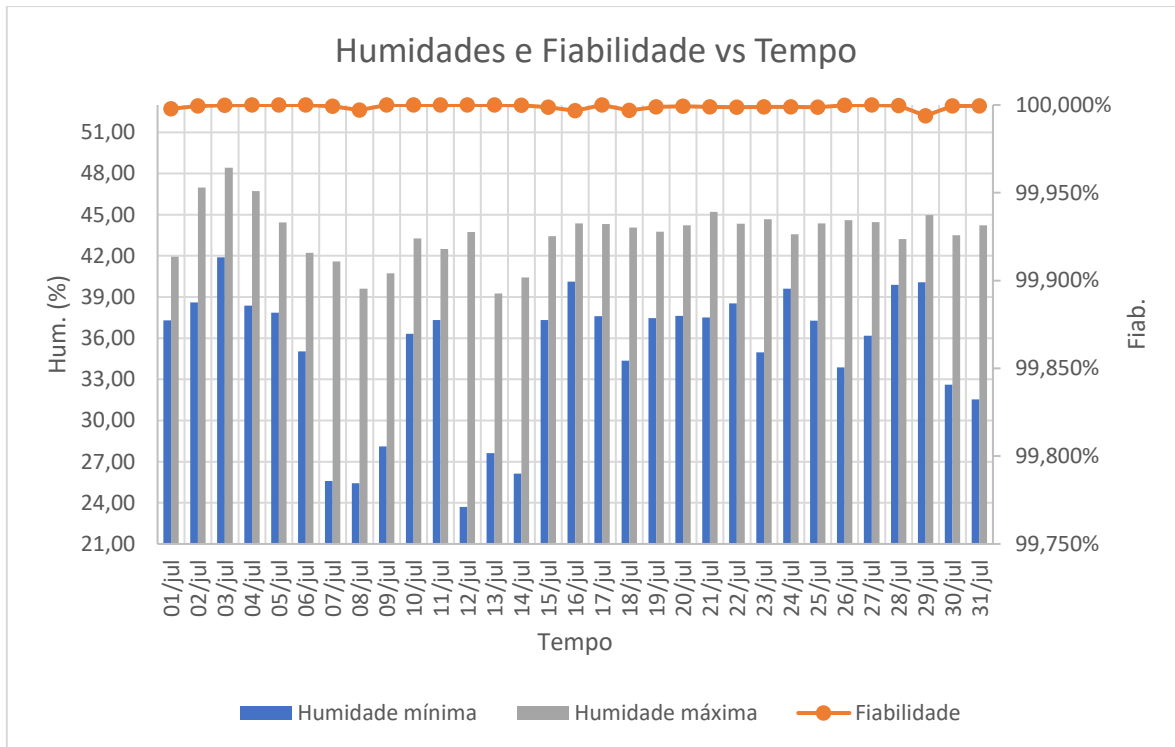


Figura D. 67 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho

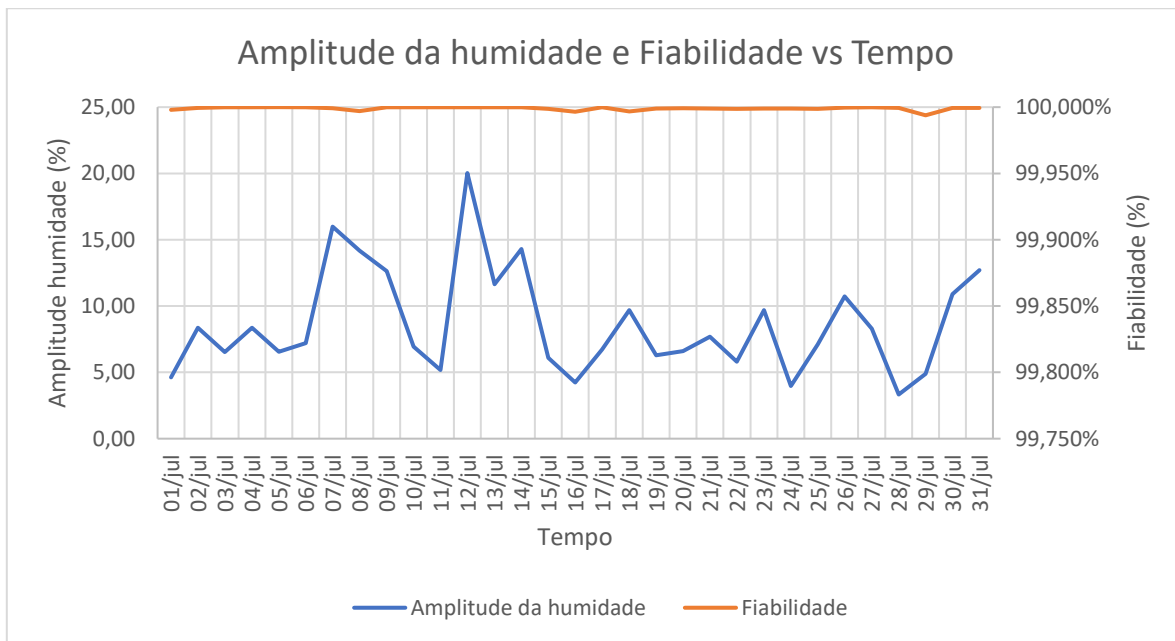


Figura D. 68 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 6 no mês de julho

Linha 7

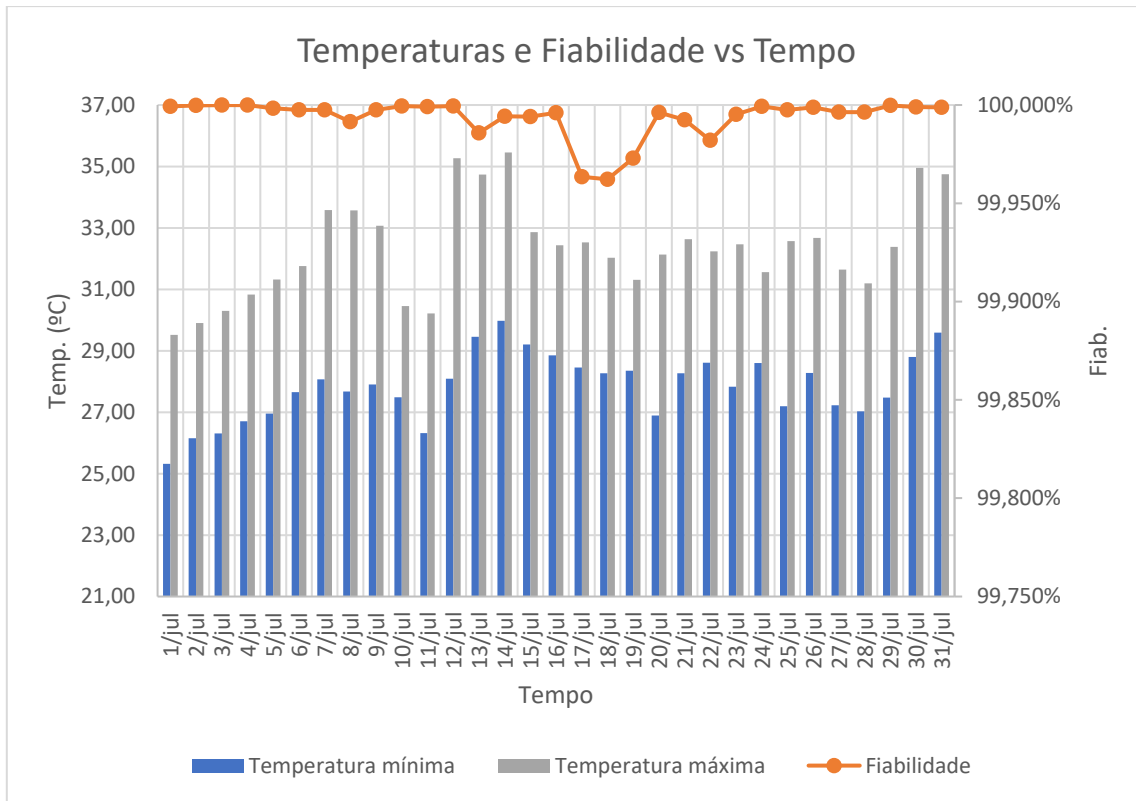


Figura D. 69 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho

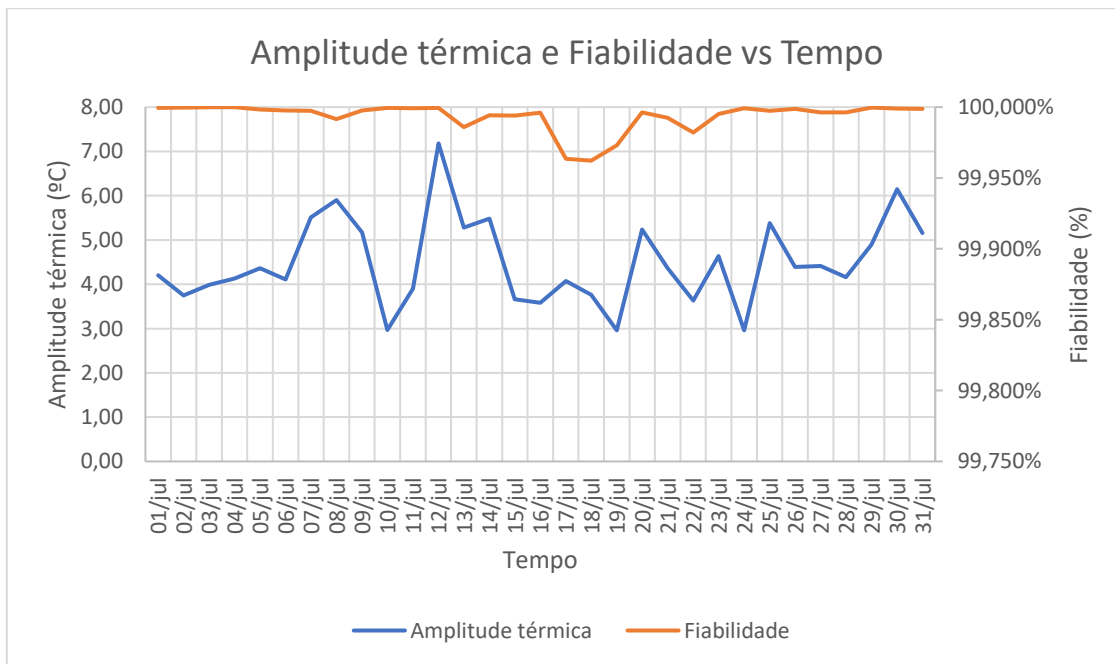


Figura D. 70 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho

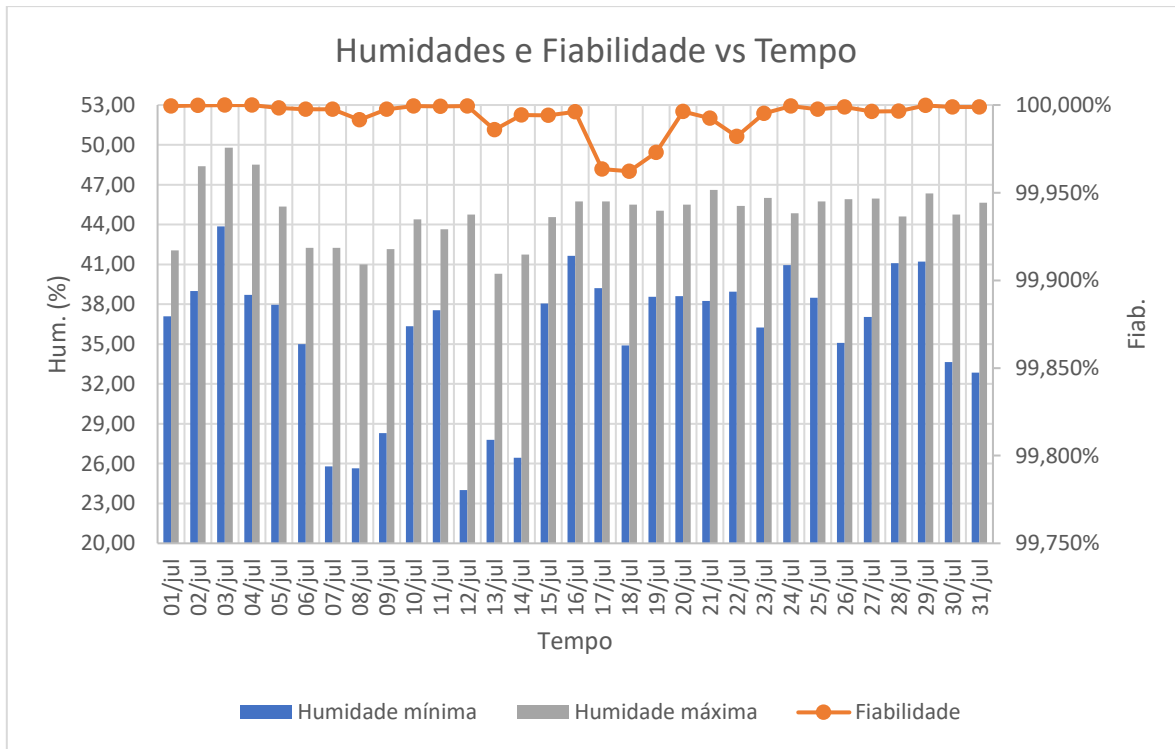


Figura D. 71 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho

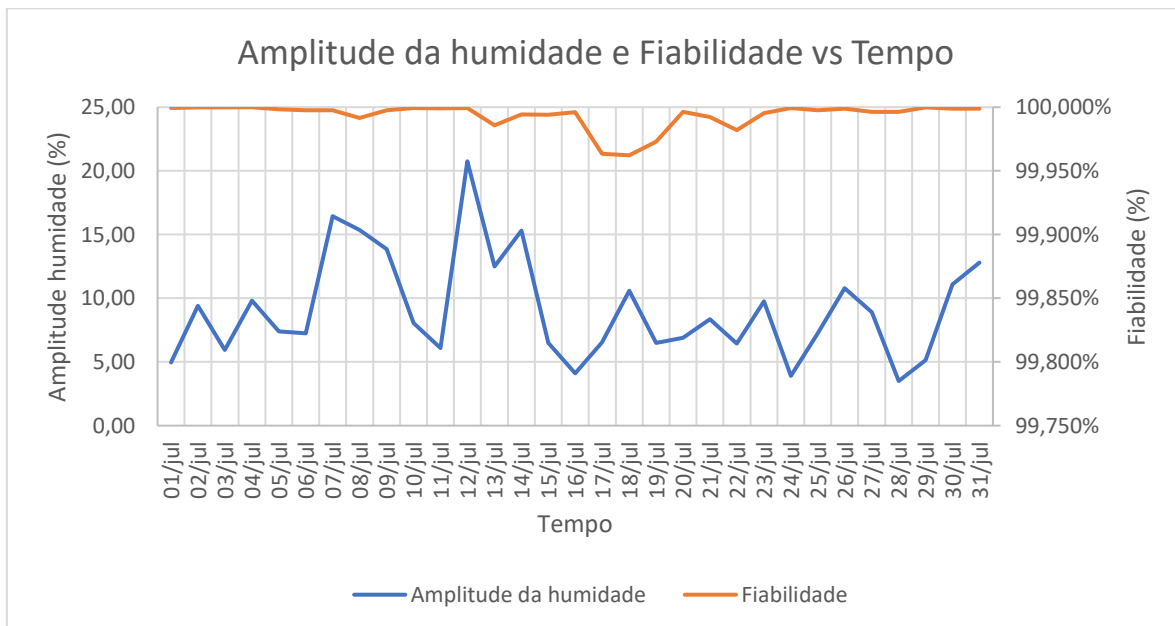


Figura D. 72 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 7 no mês de julho

Linha 8

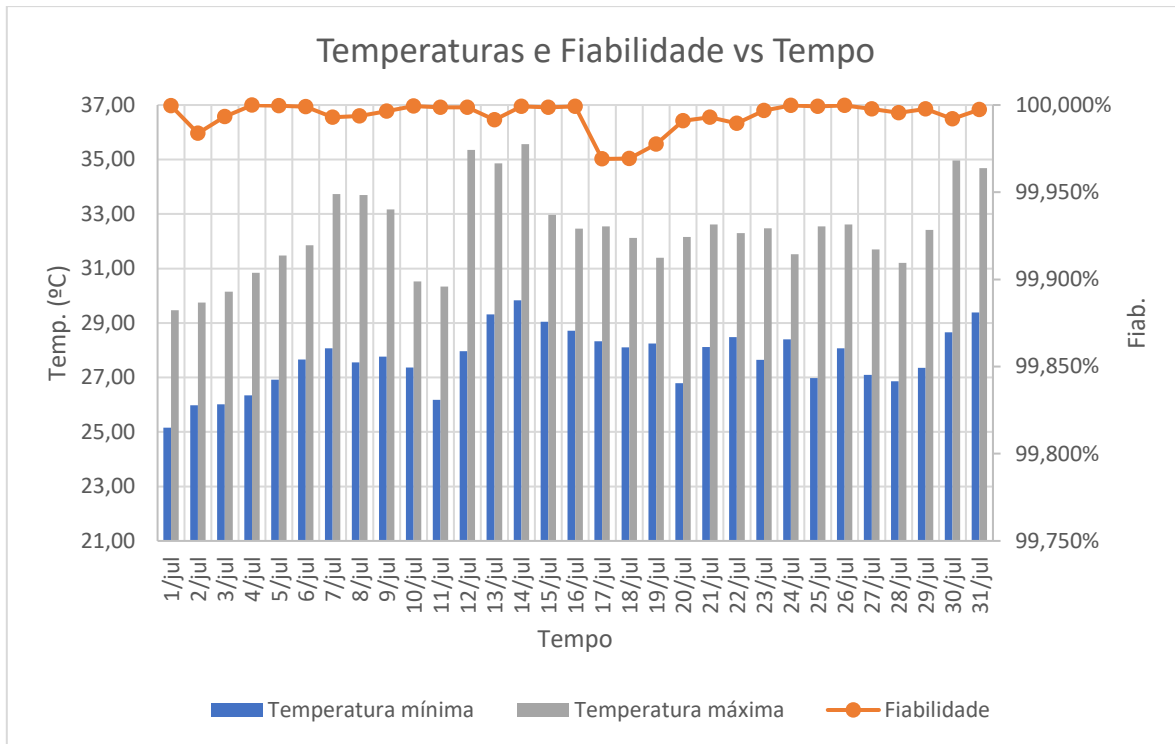


Figura D. 73 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho

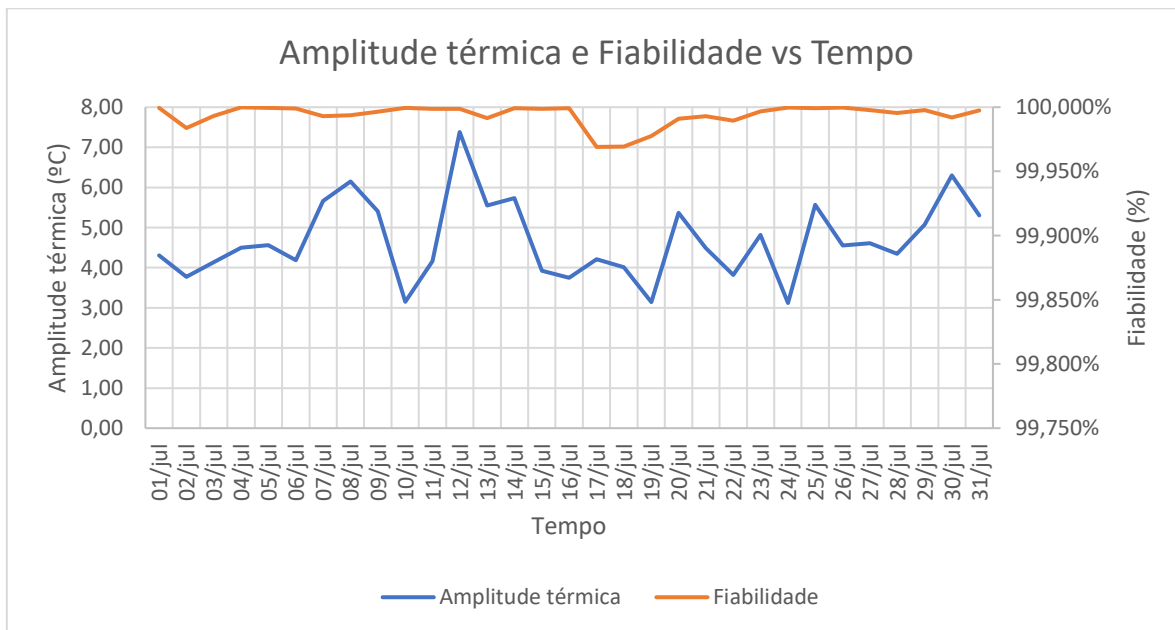


Figura D. 74 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho

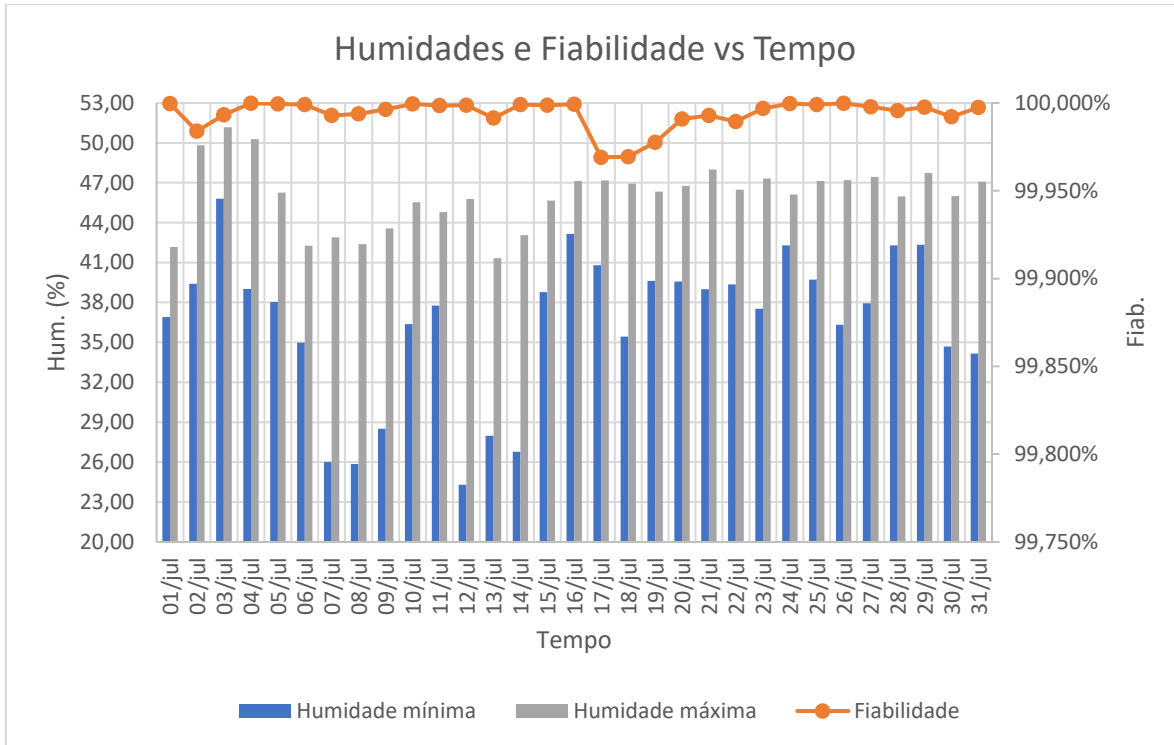


Figura D. 75 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho

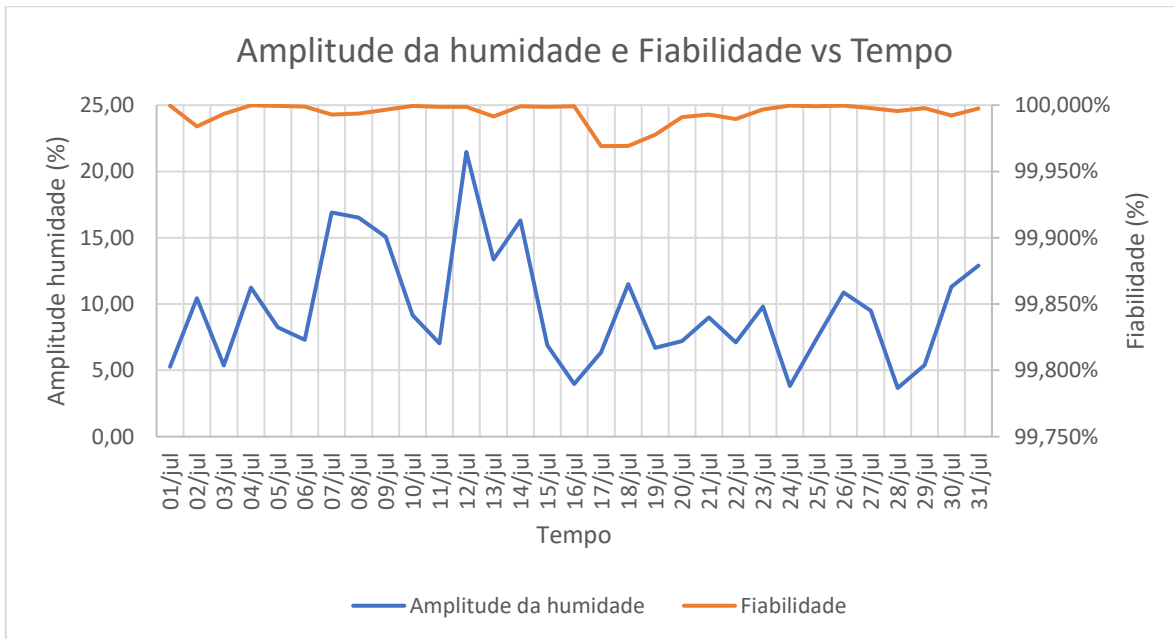


Figura D. 76 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 8 no mês de julho

Linha 9

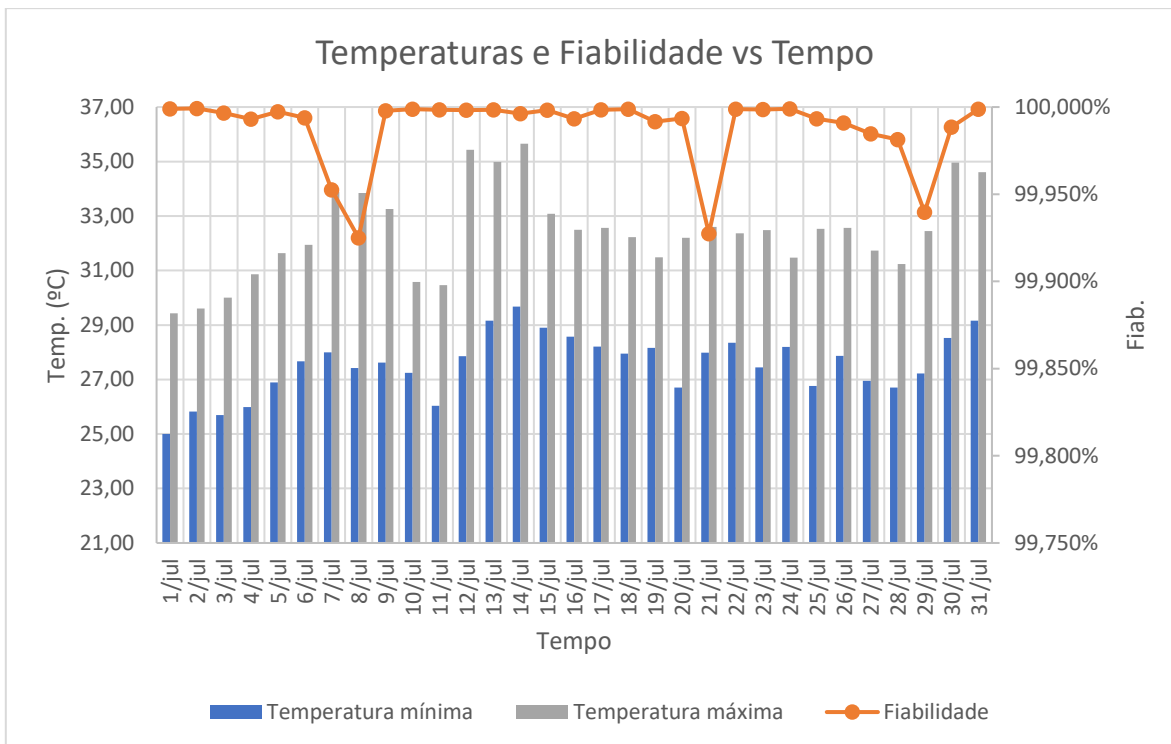


Figura D. 77 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho

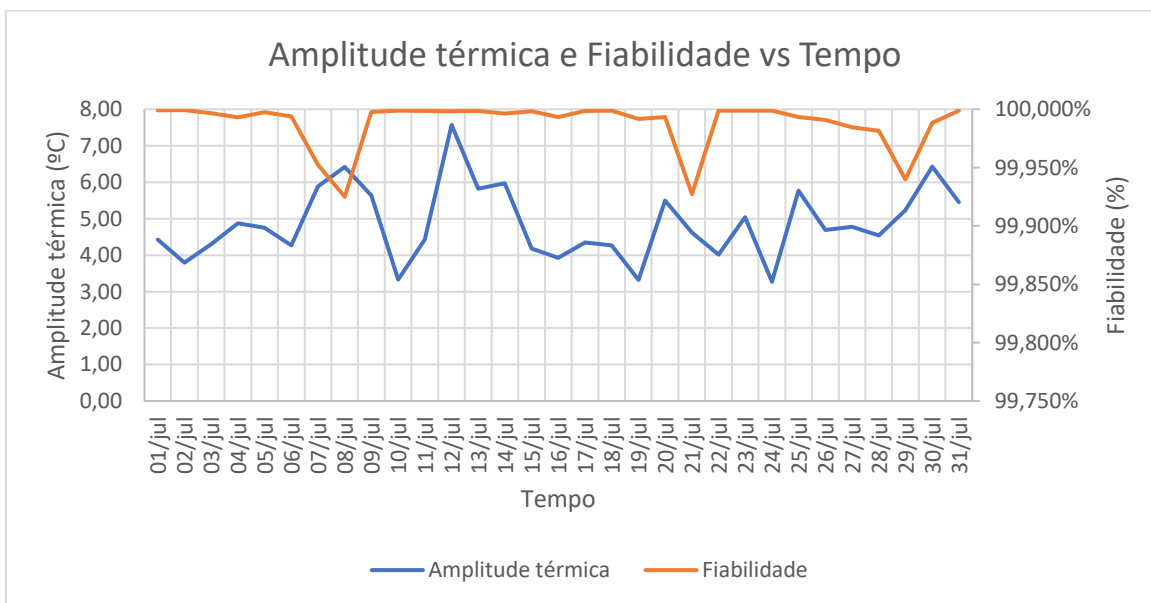


Figura D. 78 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho

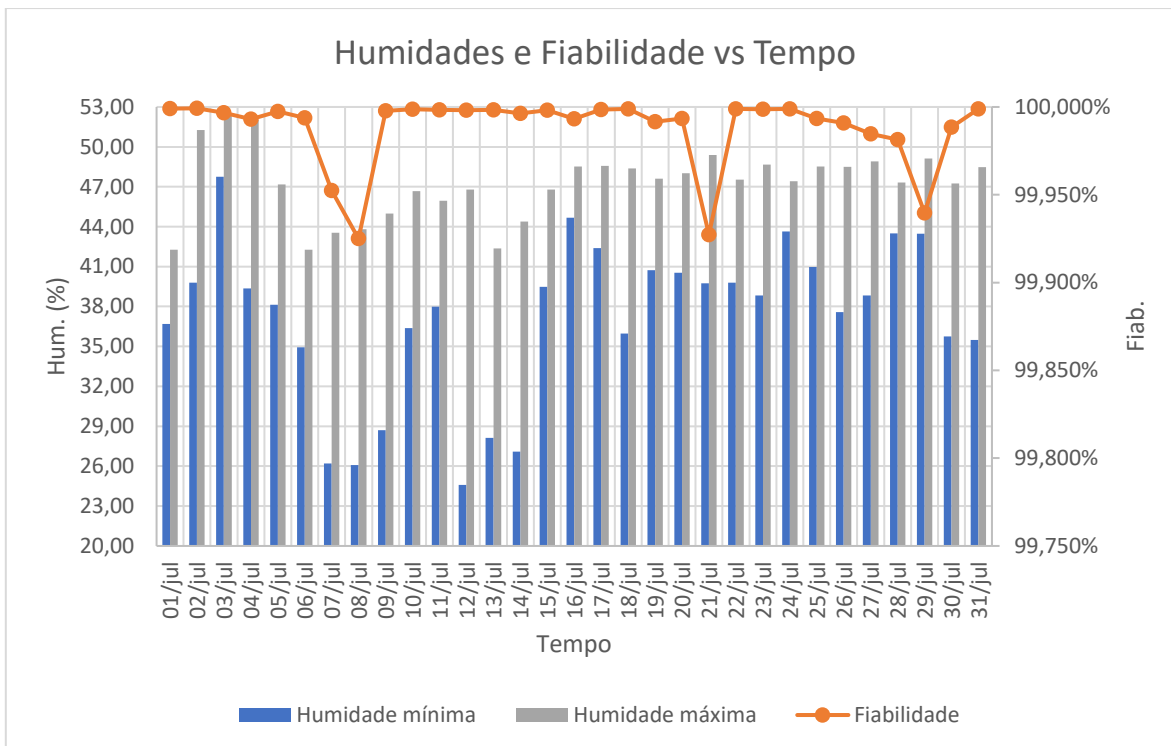


Figura D. 79 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho

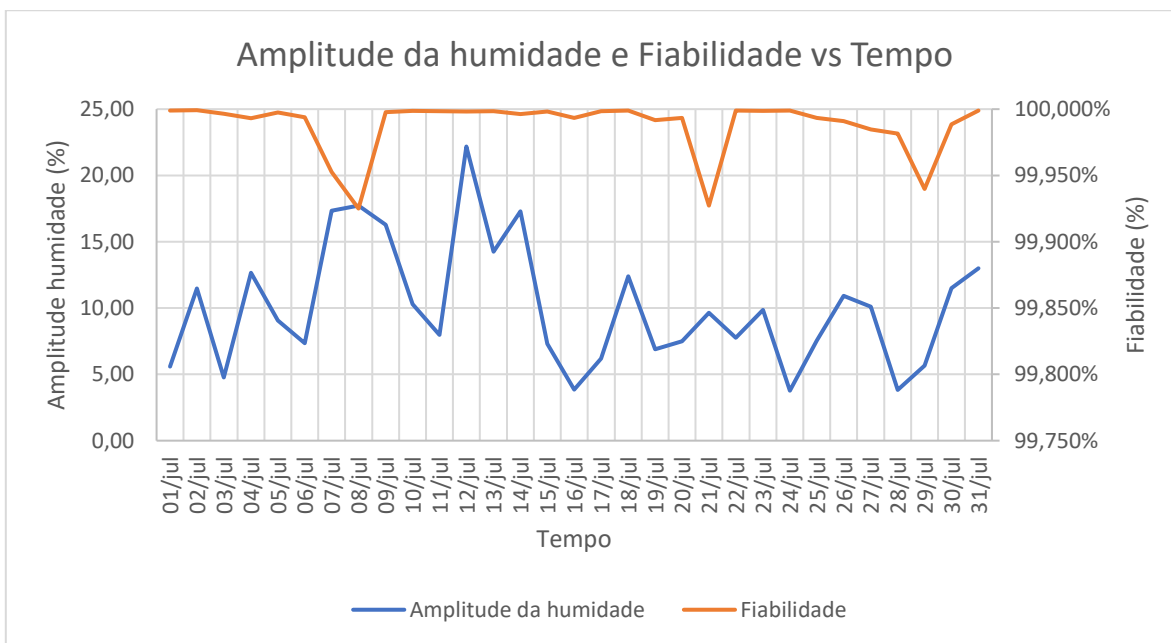


Figura D. 80 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 9 no mês de julho

Linha 10

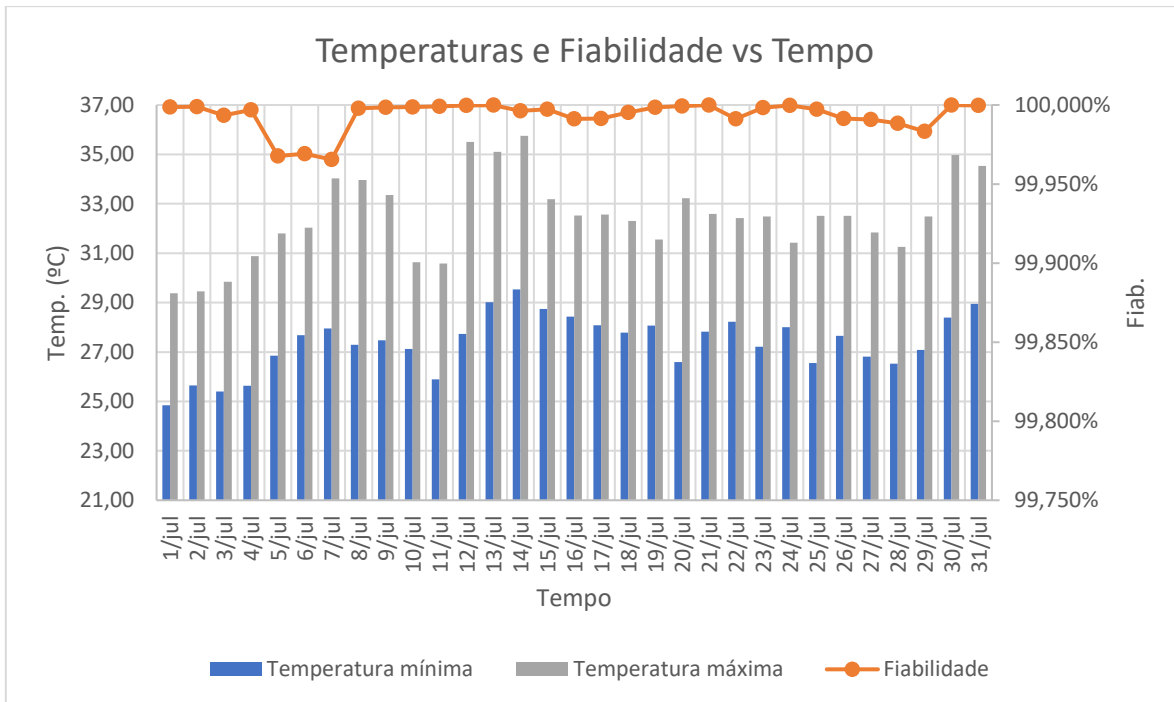


Figura D. 81 - Relação entre a temperatura e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho

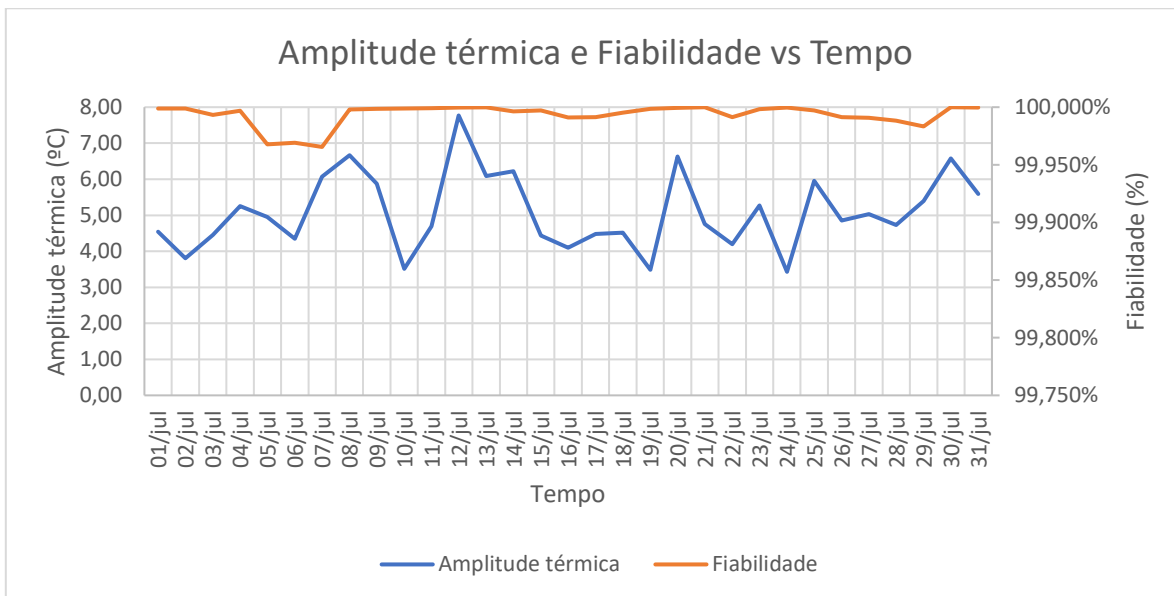


Figura D. 82 - Relação entre a amplitude térmica e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho

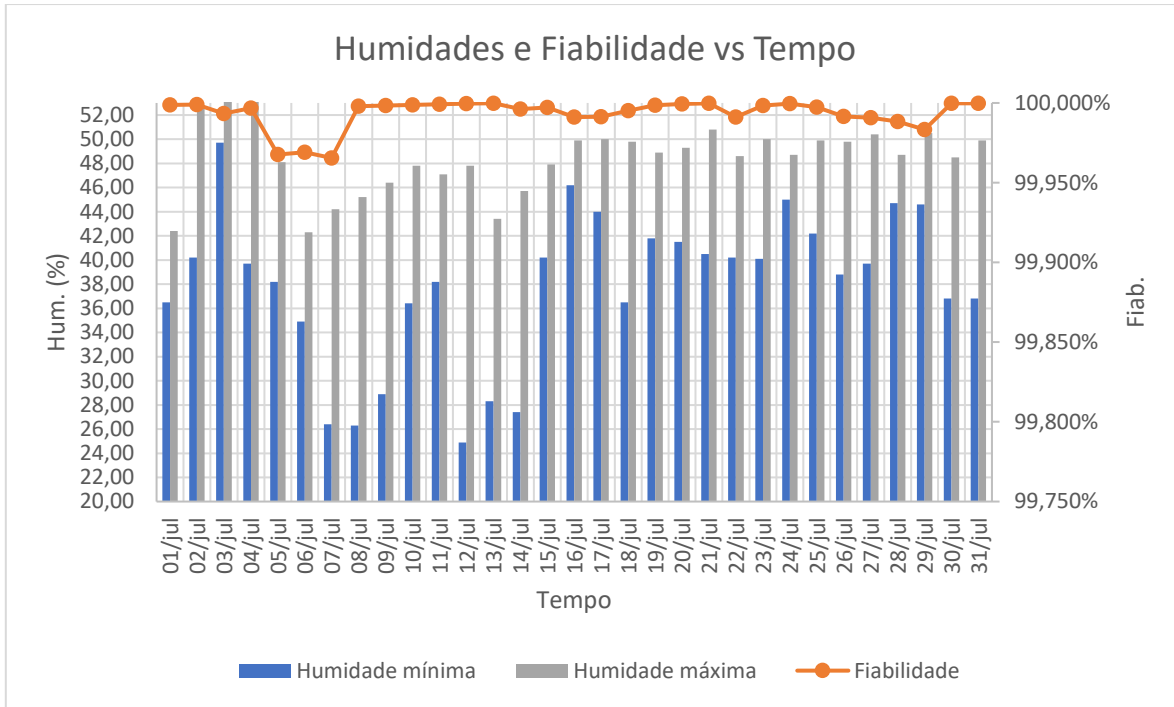


Figura D. 83 - Relação entre a humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho

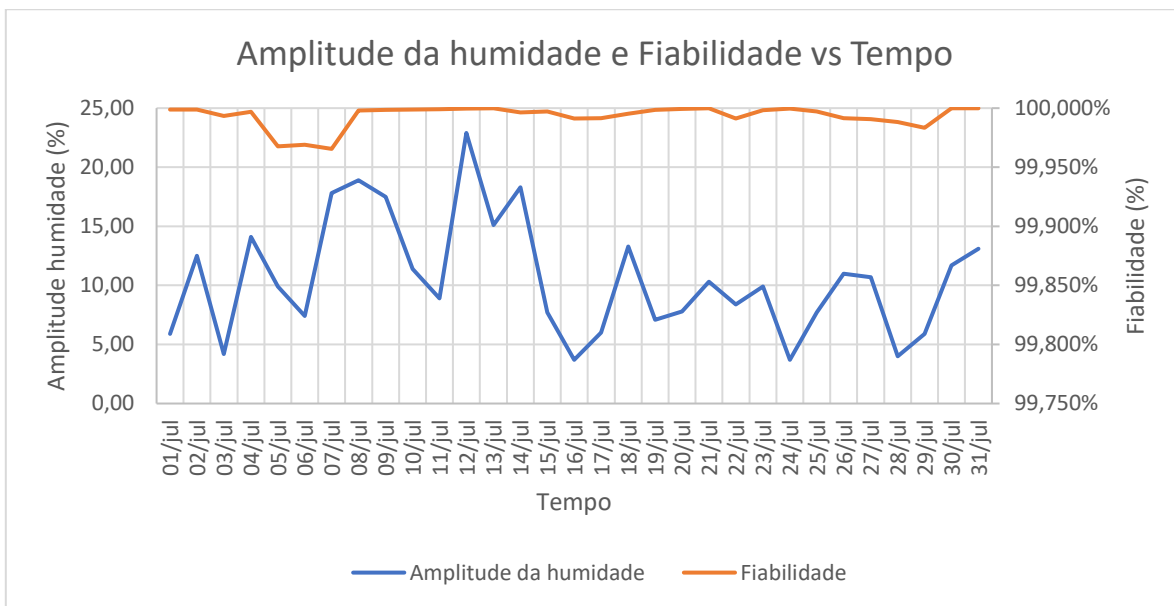


Figura D. 84 - Relação entre a amplitude da humidade e a fiabilidade esperada da linha 10 no mês de julho