

**Universidade Estadual de Campinas**  
**Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica**  
**Departamento de Estatística**

## **Relatório - Parte I**

### **Exercício 2**

**Guilherme Pazian RA:160323**  
**Henrique Capatto RA:146406**  
**Hugo Calegari RA:155738**  
**Leonardo Uchoa Pedreira RA:156231**

**Professor: Caio Lucidius Naberezny Azevedo**

**Campinas-SP, 05 de Junho de 2017**

## Exercício 2

### 1. Introdução

Os dados a serem analisados são provenientes de um experimento desenvolvido para avaliar a germinação de um determinado tipo de semente de acordo com três condições experimentais: nível da temperatura: 21°C, 42°C e 62°C; nível de umidade: baixo, médio e alto; e temperatura de germinação: 11°C e 21°C. Por exemplo, a uma temperatura de 11°C, com nível de umidade baixo e temperatura de umidade de 21°C, 100 sementes foram plantadas e observou-se que 98 delas germinaram depois de 5 dias.

A tabela que contém os dados apresenta o número de sementes que germinaram após 5 dias para cada 100 sementes submetidas a cada condição experimental. Cada casela que compõem a tabela assume contagens  $Y_{ijk}$  tais que representam variáveis aleatórias binomiais independentes com tamanho fixo de  $n = 100$  e probabilidade de sucesso (neste caso, estimada como a proporção de sementes que germinaram depois de 5 dias).

O objetivo é estimar a probabilidade de sementes germinadas depois de 5 dias, baseado em efeitos principais (nível de temperatura, nível de umidade e temperatura de germinação), verificar quais interações são significativas (combinações dos efeitos principais) e fornecer a combinação entre os níveis de fatores que gera a melhor taxa de germinação.

### 2. Análise Descritiva

Nota-se que para cada casela pode-se obter a proporção de sementes que germinaram depois de 5 dias para cada 100 sementes submetidas a cada condição experimental. Abaixo tem-se as tabelas com os dados e com as proporções estimadas, respectivamente.

	Temperatura de germinação	21°C	42°C	62°C
Baixa	11°C	98	96	62
Média	11°C	94	79	3
Alta	11°C	92	41	1
Baixa	21°C	94	93	65
Média	21°C	94	71	2
Alta	21°C	91	30	1

	Temperatura de germinação	21°C	42°C	62°C
Baixa	11°C	0.98	0.96	0.62
Média	11°C	0.94	0.79	0.03
Alta	11°C	0.92	0.41	0.01
Baixa	21°C	0.94	0.93	0.65
Média	21°C	0.94	0.71	0.02
Alta	21°C	0.91	0.30	0.01

Pela tabela de proporções estimadas, consegue-se notar que para uma dada temperatura de germinação e temperatura de umidade, à medida em que o nível de umidade aumenta (por exemplo, de baixo para médio ou de médio para alto) a proporção de sementes germinadas após cinco dias diminui. Fixado a temperatura de germinação e o nível de umidade, quando se aumenta a temperatura de umidade (por exemplo, de 21°C para 42°C) a proporção de sementes germinadas também diminui.

Nota-se ainda que fixado um nível de umidade (por exemplo, baixo ou médio), para diferentes temperaturas de germinação, a proporção de sementes germinadas diminui com o aumento da temperatura de umidade. Finalmente, fixado a temperatura de umidade, a proporção de sementes germinadas para as diferentes temperaturas de germinação e diferentes níveis de umidade também é reduzida.

Assim, baseado nessas informações, à princípio pode-se conjecturar de que ao se utilizar uma temperatura de germinação mais baixa, neste caso 11°C, com o menor nível de umidade, no contexto umidade baixa, e com menor temperatura de umidade, neste caso 21°C, fornecerá uma combinação razoável para a maior proporção de sementes germinadas depois de 5 dias.

Além disso, algumas medidas resumo podem ser avaliadas como quantidade de sementes germinadas em diferentes temperaturas de germinação para os diferentes níveis de umidade e temperatura de umidade. Ou seja, é possível obter informações do comportamento da quantidade média de sementes germinadas em diferentes temperaturas de germinação, para cada nível de umidade e observar se as diferenças dos valores médios são muito discrepante.

Temperatura germinação	Nível umidade	Média	Variância	DP	MAX	MIN
11°C	alto	44.67	2080.33	45.61	92	1
11°C	baixo	85.33	409.33	20.23	98	62
11°C	médio	58.67	2380.33	48.79	94	3
21°C	alto	40.67	2110.33	45.94	91	1
21°C	baixo	84.00	271.00	16.46	94	65
21°C	médio	55.67	2292.33	47.88	94	2

Pela tabela anterior observa-se que os valores médios de sementes germinadas após 5 dias, para uma dada temperatura de germinação e nível de umidade, desconsiderando-se a temperatura de umidade, diferem entre si. Por exemplo, a maior diferença nos valores médios está associada a seguinte combinação: temperatura de germinação de 11°C e 21°C, nível de umidade alta, com diferença média de sementes germinadas de 4. Essa diferença deve ser avaliada em conjunto com o pesquisador, pois deve-se levar em conta se essa diferença é significativa na prática, ou seja, se de fato em média essas quatro sementes teriam uma produtividade em média maior.

Foi possível elaborar, também, gráficos de perfis que avalie o comportamento da umidade em uma dada temperatura de germinação, para os diferentes níveis de temperatura da umidade, isto é, as possíveis interações existentes.

Informação relevante é obtida com o gráfico de perfil das proporções de sementes germinadas depois de 5 dias. Nota-se que para cada nível de temperatura de (11°C e 21°C) o comportamento é muito semelhante das proporções estimadas, isto é, para o aumento da temperatura de umidade há diminuição das proporção estimadas de sementes germinadas. Com isso, pode-se cogitar em uma possível interação entre as variáveis nível de umidade e temperatura de umidade.

Mais do que isso, para os diferentes valores de temperatura de germinação e diferentes níveis de temperatura, num mesmo nível de umidade, o comportamento de decaimento das proporções estimadas de sementes germinadas são muito semelhantes. Isto pode ser observado pelos gráficos de perfis representados abaixo.

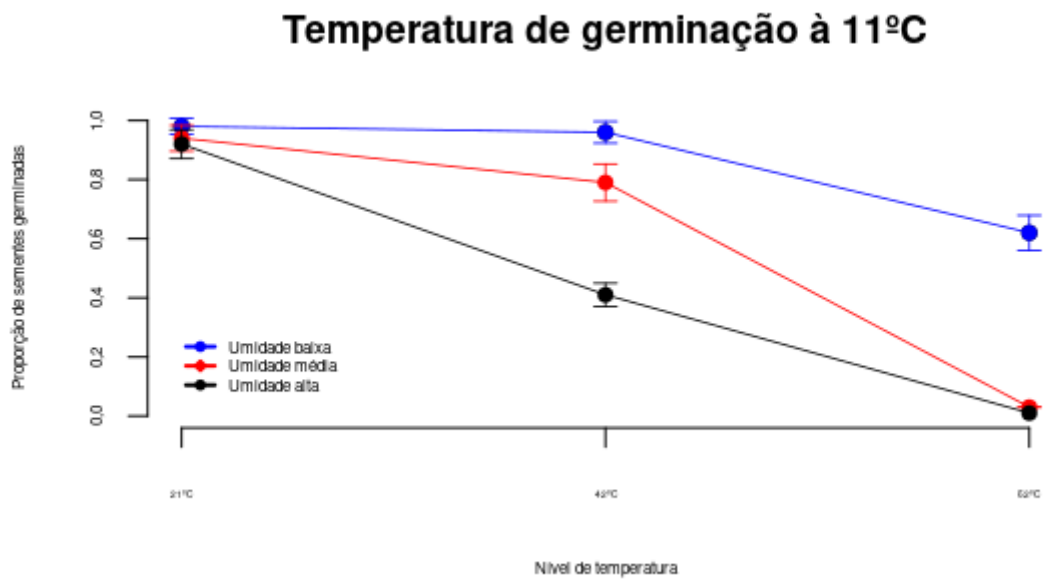


Figura 1: Gráficos de perfil para temperatura de germinação à 11°C. É perceptível que, para este perfil, com o aumento do nível de temperatura de umidade reduz-se a proporção estimada de sementes germinadas.

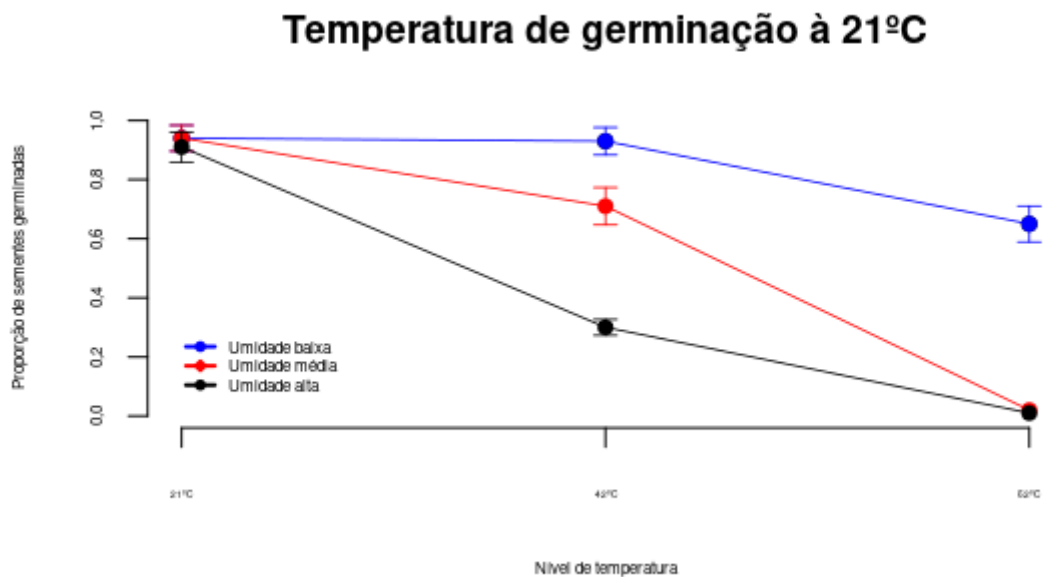


Figura 2: Gráfico de perfil para temperatura de germinação à 21°C. É perceptível que, para este perfil, com o aumento do nível de temperatura de umidade reduz-se a proporção estimada de sementes germinadas.

### Gráfico de perfil para umidade baixa

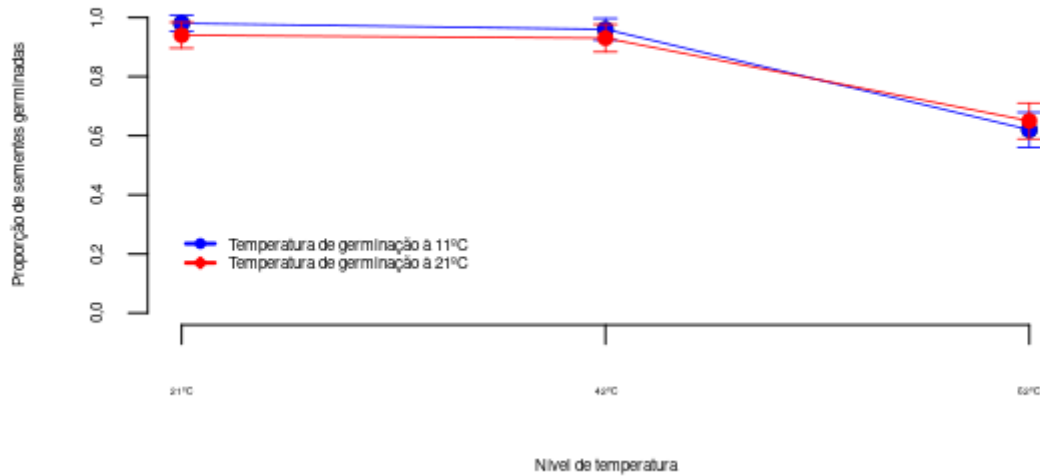


Figura 3: Gráficos de perfil para temperatura de germinação à 11°C e 21°C. É perceptível que, para este perfil, com o aumento do nível de temperatura de umidade reduz-se a proporção de sementes germinadas. Note que o comportamento entre as temperaturas de germinação é semelhante. Com exceção do nível de temperatura de 62°C, à uma temperatura de germinação de 21°C, observa-se que a estimativa pontual da proporção de sementes germinadas é inferior em relação aos demais níveis de temperatura.

### Gráfico de perfil para umidade média

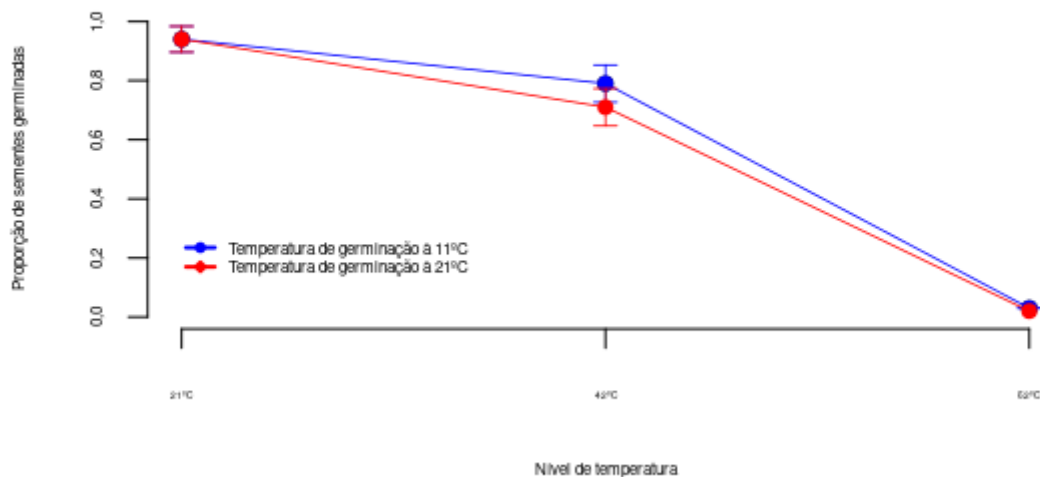


Figura 4: Gráfico de perfil para temperatura de germinação à 11°C e 21°C. É perceptível que, para este perfil, com o aumento do nível de temperatura de umidade reduz-se a proporção estimada de sementes germinadas. Note que o comportamento entre as temperaturas de germinação é semelhante. Observa-se que, em geral, a proporção estimada de sementes germinadas à temperatura de germinação de 21°C é inferior em relação à 11°C.

## Gráfico de perfil para umidade alta

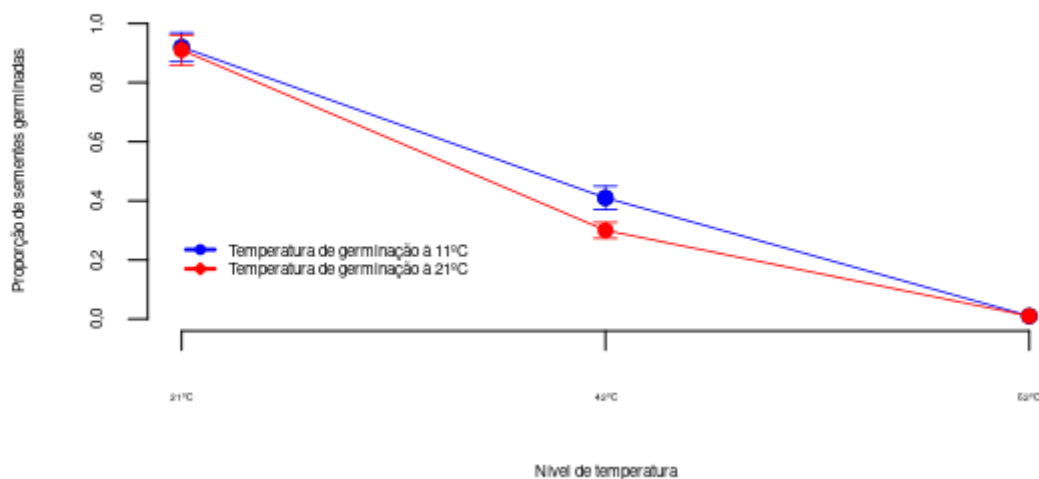


Figura 5: Gráfico de perfil para temperatura de germinação à 11°C e 21°C. É perceptível que, para este perfil, com o aumento do nível de temperatura de umidade reduz-se a proporção estimada de sementes germinadas. Note que o comportamento entre as temperaturas de germinação é semelhante. Observa-se que, em geral, a proporção estimada de sementes germinadas à temperatura de germinação de 21°C é inferior em relação à 11°C.

### 3. Análise Inferencial

Descrição do(s) modelo(s), análise(s) de resíduo(s), comparações de interesse, gráficos e comentários (a escolha dos níveis de significância fica à cargo de cada equipe, devendo os valores adotados, serem informados no relatório). Naturalmente, quando determinado, deverão ser usadas as metodologias constantes na questão. Caso a metodologia (modelo) usado não se adeque bem aos dados, comentários a respeito deverão ser feitos, mencionando que outras metodologias devem ser utilizadas (não, necessariamente, precisa ser dito qual(is)).

### 4. Conclusões

O que se pode concluir da análise, em termos do problema apresentado, e críticas em relação a análise feita.