



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

Estatística Aplicada

Relatório do 1º Trabalho

João Lopes	58358
Miguel Grilo	58387
Jorge Couto	58656

Tabela de Conteúdos

Conteúdo

Tabela de Conteúdos.....	i
Lista de Figuras	ii
Introdução	1
Exercício 1	1
Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos.....	1
Conclusões do Estudo seguindo a Abordagem Estatística Correta	2
Conclusões do Estudo seguindo as Abordagens Estatísticas Incorretas	3
Conclusão Final do Estudo	3
Exercício 2	4
Alínea A.....	4
Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos	4
Conclusão Final do Estudo	5
Alínea B.....	6
Contrastes.....	6
Conclusão Final do Estudo dos Contrastes	6
Exercício 3	7
Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos.....	7
Conclusão Final do Estudo	8
Exercício 4	9
Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos.....	9
Conclusão Final do Estudo	10
Anexos	12
Exercício 1.....	12
Exercício 2.....	16
Exercício 3.....	18
Exercício 4.....	22

Lista de Figuras

Figura 1 - Verificação da Normalidade.....	12
Figura 2 - Verificação da Homocedasticidade.....	12
Figura 3 - Verificação da Normalidade da Transformação Logaritmo	13
Figura 4 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Logaritmo.....	13
Figura 5 - Verificação da Normalidade da Transformação Raiz	14
Figura 6 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Raiz	14
Figura 7 - Verificação da Normalidade da Transformação Inversa.....	15
Figura 8 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Inversa	15
Figura 9 - Verificação da Linearidade entre Covariável e Variável Dependente.....	16
Figura 10 - Verificação da Homogeneidade de Declives.....	16
Figura 11 - Verificação da Normalidade.....	17
Figura 12 - Verificação da Homocedasticidade	17
Figura 13 - Verificação da Normalidade.....	18
Figura 14 - Verificação da Homocedasticidade	18
Figura 15 - Verificação da Normalidade da Transformação Logaritmo.....	19
Figura 16 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Logaritmo.....	19
Figura 17 - Verificação da Normalidade da Transformação Raiz	20
Figura 18 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Raiz	20
Figura 19 - Verificação da Normalidade da Transformação Inversa	21
Figura 20 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Inversa	21
Figura 21 - Verificação da Normalidade.....	22

Introdução

No âmbito da cadeira de Estatística Aplicada, foi-nos pedida a realização de um trabalho que consiste na análise de dados no R. Composto por quatro exercícios, o trabalho permitiu-nos experienciar melhor o trabalho de um estatístico quando dado um problema, precisando primeiro de pensar, com base na informação dada, qual o tipo de abordagem correta para estudar os dados e, depois, de trabalhar os dados garantindo a melhor confiança na análise.

Para melhor dividir o relatório, a análise dos dados estará separada para um capítulo por exercício.

Exercício 1

Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos

Em dezembro de 2024, foi realizado um estudo visando conhecer a magnitude da problemática das feridas na área de intervenção da ULSAC e a nosologia que a condiciona. Com os dados guardados no ficheiro feridas.csv, encarregámo-nos, primeiro, de ler os dados, armazenando-os na variável ferida. Então, lendo os dados e comparando-os com o problema que nos foi descrito, pensamos no modelo que considerámos o mais correto para analisar os dados.

Na base de dados feridas temos apenas duas variáveis: A variável categórica Tipologia, que indica o tipo de ferida de que se trata (cirúrgica, traumática, UP/LH/LPT ou outra) e a nossa variável resposta Duração, uma variável contínua referente ao tempo de permanência da ferida.

Querendo saber o efeito que os tipos de ferida têm sobre a duração, caso haja tal relação, estamos a tratar de um problema ANOVA com 1 só Fator, a Tipologia. Portanto, devemos verificar os pressupostos da Normalidade e Homocedasticidade, estando a Independência já provada pelo tipo de problema (não haveria como testar as quatro tipologias de ferida no mesmo indivíduo, naturalmente).

Antes de verificarmos os pressupostos, criamos o modelo ANOVA, de modo a podermos extrair os seus resíduos estandardizados para a validação

dos pressupostos. Para validar a normalidade, recorremos ao teste de Shapiro-Wilk com análise do QQPlot (Figura 1). Antes de fazermos o teste, conseguimos já rejeitar a Normalidade. Os testes Shapiro-Wilk e, depois desse, Agostino e Anscombe-Glynn, que precisam ambos de ser aprovados para que se possa admitir normalidade, permitem rejeitar esse pressuposto, sendo os valores p dos três testes inferiores a 0.001, ou seja bastante inferiores ao alfa com que trabalhamos ($\alpha = 0.05 = 5\%$).

A homogeneidade foi estudada através do gráfico dos valores ajustados com os resíduos (Figura 2), precisando o gráfico de não ter comportamento de afunilamento (nenhum padrão visível) para que se possa admitir a Homocedasticidade. Novamente, uma rápida observação do gráfico permitiu-nos rejeitar a Homocedasticidade que, pelo valor p do teste de Levene ($p = 0.001735 < 0.05$), seria o que deveria ser feito.

Portanto, rejeitamos ambos os pressupostos da ANOVA 1 Fator. Com os dois pressupostos rejeitados, optamos por procurar por uma transformação da variável resposta que permitisse validar os pressupostos. Testamos as três transformações típicas: Logaritmo, raiz quadrada e inversa.

A transformação em logaritmo não nos permitiu validar nenhum dos pressupostos, sendo a normalidade (Figura 3) rejeitada tanto pelo Shapiro-Wilk, cujo valor p foi inferior a 0.001, quanto pelo Agostino e Anscombe-Glynn, com valores p inferior a 0.001 e de 0.02105, respetivamente. Do mesmo modo, a homocedasticidade (Figura 4) também foi rejeitada pelo teste de Levene, com um valor p associado inferior a 0.001.

A transformação em raiz quadrada revelou-se semelhante ao modelo original, tendo os gráficos da normalidade (Figura 5) e homocedasticidade (Figura 6) semelhantes ao nosso modelo base. Por fim, a transformação inversa também não nos permitiu validar qualquer um dos pressupostos (Figura 7 e Figura 8).

Conclusões do Estudo seguindo a Abordagem Estatística Correta

Sem opções, seguimos pelo teste de Games-Howell, um teste adequado caso nenhum dos pressupostos seja validado e não encontremos nenhuma transformação que os valide, sendo o melhor em tal ocasião. A partir do teste, conseguimos concluir que as diferenças significativas nas tipologias dos ferimentos dão-se entre 'Ferida Cirúrgica' e 'Outra', 'Ferida

Traumática' e 'Outra' e 'Ferida Traumática' e 'UP/LH/LPT', visto que o valor p das diferenças são de 0.003, <0.001 e 0.034, respetivamente, todos inferiores a 0.05.

A partir do teste conseguimos também obter as estimativas a 5%. A partir dessas podemos fazer conclusões apropriadas para um não estatístico, que será deixado no final deste grupo.

Conclusões do Estudo seguindo as Abordagens Estatísticas Incorretas

Dito isto, também nos é pedido para verificarmos que conclusões retiraríamos com uma abordagem incorreta para o problema em questão.

Se tivéssemos considerado os pressupostos inicialmente validados, usaríamos o teste de Tukey para obter as diferenças das médias, concluindo assim que as únicas diferenças significativas seriam entre feridas de outra tipologia e feridas cirúrgicas e traumáticas, com o valor p de cada diferença igual a 0.004 e 0.008, respetivamente. A estimativa de cada uma das medianas seria 441 e 490 dias, também.

Se fosse admitida a normalidade, mas não a homocedasticidade, deveríamos correr o teste de Welch para verificar a diferença das médias. Com um valor p associado inferior a 0.001, poderíamos admitir que pelo menos dois grupos diferem entre si. Usando o teste de comparação múltipla de Tukey com estimativas robustas das variâncias, retiraríamos as mesmas conclusões que retirámos seguindo a abordagem correta.

Por fim, se tivéssemos admitido apenas a homocedasticidade seguiríamos pelo teste de Kruskal-Wallis para saber se existem grupos que diferem entre si e, pelo valor p associado inferior a 0.001, seguiríamos então para o teste de Dunn, que nos diria que existem não só as três diferenças que já percebemos antes, mas que, também, existe uma diferença significativa entre feridas do tipo UP/LH/LPT e feridas cirúrgicas, sendo os seus valores p inferiores a 0.001.

Conclusão Final do Estudo

Com isto, podemos concluir com um pequeno resumo das nossas conclusões para um não estatístico:

- A duração da ferida depende da sua tipologia. Feridas de outro tipo que não os três tipos básicos costumam demorar 441 dias a mais para sarar do que feridas cirúrgicas e 491 dias a mais para sarar do que feridas traumáticas;
- Feridas do tipo UP/LH/LPT costumam demorar 410 dias a mais para sarar do que feridas traumáticas.

Exercício 2

Alínea A

Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos

Uma empresa especializada em formação online pretende avaliar a eficácia de quatro métodos distintos de ensino utilizados em um curso: A – Ensino Assíncrono, B – Ensino síncrono, C – Ensino Híbrido e D – Ensino baseado em projetos.

Para além de ter sido guardado a avaliação do teste final a que todos foram submetidos no fim do estudo, foi armazenado no ficheiro de dados também a quantidade de horas de estudo individual de cada um. Analisando o problema, e o ficheiro de dados, notamos que, para além da variável resposta, temos um grupo e uma variável contínua que podem afetar o estudo. Portanto, estamos perante uma ANCOVA. Para a ANCOVA, devemos validar os pressupostos da Normalidade, Homocedasticidade, Linearidade entre Covariável e Variável Dependente, Homogeneidade de Declives e a Independência entre a Covariável e o Grupo. O último pressuposto deve ser medido porque, neste caso, a variável resposta foi obviamente medida à posteriori do estudo.

Para validar a Linearidade entre covariável e variável, devemos verificar se a relação entre a variável contínua e a variável resposta é linear dentro de cada grupo através de análise gráfica. Pelo gráfico associado (Figura 9), notamos isso, podendo validar esse pressuposto. O pressuposto da homogeneidade de declives também pode ser validado graficamente, caso as retas referentes a cada grupo sejam aproximadamente paralelas o que, neste caso (Figura 10), o parecem ser. Caso restassem dúvidas, poderíamos validá-lo através do valor p associado à interação entre a covariável e o grupo, o que neste caso nos retorna um valor $p = 0.2689 > 0.05$, permitindo-nos validar o pressuposto.

Para validar o pressuposto da independência entre a covariável e o grupo, devemos obter o valor p associado ao modelo com a covariável de variável resposta e o grupo como variável explicativa. Infelizmente, o valor p associado a esse modelo é inferior a 0.001, o que é inferior a 0.05 o que nos leva a rejeitar H_0 e, assim, rejeitar esse pressuposto.

A Normalidade (Figura 11) também deve ser rejeitada, visto não só o teste de Shapiro-Wilk retorna um valor $p = 0.009711 < 0.05$ como o teste de Agostino também retorna um valor p inferior a 0.05, de 0.01565. No entanto, a homocedasticidade pode ser validada, visto que não se verifica qualquer padrão no gráfico (Figura 12) e o valor p do teste Levene é igual a 0.5728, o que é maior ao nosso alfa de 0.05.

Conclusão Final do Estudo

Com os pressupostos da normalidade e da independência entre covariável e grupo rejeitados, devemos recorrer à ANCOVA robusta, usando `glht` com recurso ao método Tukey para retirarmos conclusões finais. A partir desse, podemos retirar as seguintes conclusões, descritas de modo que um não estatístico também consiga compreender:

- Existem diferenças entre cada um dos métodos de ensino, sendo o método de ensino assíncrono aquele que produz piores resultados. O ensino síncrono produz melhores resultados do que o ensino híbrido, e o ensino baseado em projetos também produz melhores resultados do que o ensino híbrido;
- Aqueles que tiveram o ensino síncrono obtiveram em média 5.8 valores a mais no teste final do que aqueles que tiveram ensino assíncrono. Aqueles que tiveram o ensino híbrido obtiveram em média 3.1 valores a mais no teste final do que aqueles que tiveram ensino assíncrono, e aqueles que tiveram o ensino baseado em projetos obtiveram em média 7 valores a mais no teste final do que aqueles com ensino assíncrono;
- Aqueles que tiveram o ensino síncrono obtiveram em média 2.7 valores a mais no teste final do que aqueles com ensino híbrido, e aqueles com ensino baseado em projetos obtiveram em média 4 valores a mais do que aqueles com ensino híbrido.

Alínea B

Contrastes

Dito isso, ainda não acabámos este exercício. A alínea b pede-nos para, caso tivessem sido estabelecidos os objetivos à priori do estudo, analisar os dados quanto a: (1) “Comparar o ensino baseado em projetos com os restantes”; (2) “Comparar o ensino assíncrono com os métodos com componente síncrona” e (3) “Comparar o ensino síncrono com o ensino híbrido”. Para estudar essas comparações, podemos estabelecer contrastes e verificar as estatísticas de teste associadas.

Se considerarmos a ordem dos grupos de ensino, podemos escrevê-los como:

- (1) – $(-1/3, -1/3, -1/3, 1)$;
- (2) – $(1, -1/2, -1/2, 0)$;
- (3) – $(0, -1, 1, 0)$.

Visto que o ensino híbrido e o ensino síncrono são aqueles com componente síncrona (não considerámos o ensino baseado em projetos visto que os projetos podem e costumam ser feitos assincronamente).

Conclusão Final do Estudo dos Contrastes

A partir do teste, podemos garantir que existem diferenças estatísticas nos três contrastes, tendo os dois primeiros um valor p inferior a 0.001 e o terceiro um valor p de $0.00168 < 0.05$.

Podemos, assim, concluir para um não estatístico:

- O Ensino baseado em projetos destaca-se quanto aos outros;
- O Ensino assíncrono é significativamente diferente do ensino síncrono;
- O Ensino síncrono apresenta claras diferenças estatísticas do ensino híbrido.

Exercício 3

Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos

Em um estudo realizado em uma queijaria em Évora, foram guardados dados relativos ao fabrico de queijos deixados maturar sobre 4 espaços de tempo diferentes (1 dia, 14 dias, 28 dias, 42 dias e 56 dias) e para cada um de 4 níveis de sal (0g, 200g, 400g e 600g). Os dados que nos foram entregues permitem explicar a masticabilidade do queijo quanto a estes dois parâmetros. Como temos dois fatores diferentes que poderão se relacionar entre si, e foram escolhidos aleatoriamente dois queijos para cada período de maturação e nível de sal, podemos concluir que estamos a tratar de um problema de ANOVA 2 fatores.

Portanto, devemos validar os pressupostos da Normalidade e da Homocedasticidade. Mas antes, tornando os dados do ficheiro de dados oferecido em uma variável queijos, e vendo o ficheiro de dados, percebemos que os dias e níveis de sal foram lidos numericamente e não como variáveis categóricas. Portanto, tornamos ambos em fatores manualmente com o comando `as.factor()`.

Apesar de termos já criado o modelo da ANOVA, com a relação entre os dois, precisamos primeiro de validar os pressupostos para que o possamos estudar.

Verificando outliers no QQPlot da Normalidade (Figura 13), e com um valor p do teste Shapiro-Wilk de 0.003132, inferior ao nosso alfa de 0.05, podemos mover para o teste de Agostino e de Anscombe-Glynn. É então que corre algo estranho, pois o teste de Agostino passa com um valor p igual a 1, estranhamente. Acreditamos que o motivo por detrás do valor p vêm da quantidade de amostras que temos visto que só temos dois queijos por cada relação entre sal e dias, o que faz com que tenhamos apenas 30 amostras no total. Ainda assim, podemos mover para o segundo teste que, infelizmente, retorna um valor p igual a 0.0476 e, portanto, inferior ao nosso alfa. Então rejeitamos o pressuposto da normalidade.

A Homocedasticidade também pode ser rejeitada somente com análise gráfica, sendo notável um óbvio padrão de abertura no gráfico (Figura 14). Ainda assim, se quisermos correr o teste de Levene, vemos um valor p inferior a 0.001, o que é muito significativo. Portanto, podemos rejeitar os dois pressupostos, precisando de procurar uma transformação que os

satisfaça. Seguimos a ordem típica, começando pela transformação logarítmica, seguida da raiz e, por fim, da inversa, parando apenas se alguma validar os dois pressupostos ou nenhuma validar pressuposto nenhum.

A transformação logarítmica permite validar o pressuposto da normalidade, não havendo nenhum outlier no QQPlot (Figura 15) e tendo um valor p associado ao teste de Shapiro-Wilk igual a 0.1283, superior ao nosso alfa. Infelizmente, o padrão no gráfico da homocedasticidade (Figura 16) de fecho e abertura e a simetria dos dados leva-nos a rejeitar a homocedasticidade, sendo o valor p do teste de Levene inferior a 0.001.

A transformação em raiz quadrada também permite validar a normalidade, havendo poucos outliers não muito graves no QQPlot (Figura 17) e tendo um valor p do teste Shapiro-Wilk igual a 0.1426, superior ao nosso alfa. Infelizmente, nesta transformação a homocedasticidade também falha, com um padrão facilmente notável no gráfico (Figura 18) e um valor p do teste de Levene inferior a 0.001.

Já a transformação inversa é um desastre, não validando nenhum dos pressupostos (Figura 19 e Figura 20), e sendo os valores p tanto do teste Shapiro-Wilk quanto do teste de Levene inferiores a 0.001, ou seja muito significativos.

Conclusão Final do Estudo

Como não encontramos nenhuma transformação que permita a validação dos dois pressupostos, é mais seguro avançarmos para uma análise mais robusta com percurso à ANOVA por permutação.

Através dessa, percebemos que o valor p da interação entre sal e dias no modelo não é significativo (valor p = 0.3130 > 0.05). Portanto, a interação não é significativa. Como tanto o sal quanto os dias são significativos no modelo (valor p do sal = 0.0142 < 0.05 & valor p dos dias < 0.001) devemos verificar as diferenças entre os níveis de cada um, no entanto sem ter em conta a interação. Podemos verificar isso através do pairwise t-test que, para os níveis de sal, retorna todos os valores p iguais a 1, o que permite concluir que cada nível de sal não provoca alterações significativas na masticabilidade comparado a outro nível de sal. O mesmo não se verifica nos dias, que mostram bastantes diferenças. As diferenças que conseguimos

verificar serão anexadas logo abaixo, em uma conclusão que visa ser compreendida por não estatísticos:

- Ter diferentes níveis de sal para diferentes períodos de maturação não afeta significativamente a masticabilidade;
- Apesar dos níveis de sal do queijo serem importantes na masticabilidade, não existem diferenças significativas na masticabilidade entre nenhum nível de sal;
- Os diferentes períodos de maturação provocam diferentes níveis na masticabilidade, sendo as diferenças significativas entre a maioria dos períodos. Os únicos períodos que não apresentam diferenças na masticabilidade do queijo maturado são os períodos de 1 dia de maturação e de 14 dias de maturação.

Exercício 4

Modelo em Estudo e Análise dos Pressupostos

Como o último exercício do trabalho, este exercício pede pela análise de dados obtidos pelo estudo de 5 raças de ovelhas, com 18 animais cada, a diferentes horas quanto à frequência respiratória (RT), para traduzir cada raça em diferentes situações de stress térmico. Apesar de termos, no ficheiro de dados, uma variável que representa os animais, essa serve apenas de identificador do animal. Como testamos a interação que os fatores raça e horas têm sobre o RT para o mesmo animal várias vezes no dia (diferentes horas), podemos dizer que trabalhamos com um problema ANOVA medidas repetidas, com um fator within (hour, a hora da medição) e between (breed, a raça). Portanto, devemos validar os pressupostos da Normalidade, Homocedasticidade e Esfericidade.

A esfericidade pode ser validada criando o modelo, com as correções de Greenhouse-Geisser e Hyunh-Feldt associadas, e verificando o output do teste de Mauchly. Vemos, nesse teste, que o valor p é inferior a 0.001 e, portanto, altamente significativo. Portanto, não podemos admitir a esfericidade, e devemos recorrer às correções. A correção de Greenhouse-Geisser deve ser observada se o valor eps do teste for inferior a 0.75, e a de Hyunh-Feldt somente se a primeira não tiver um valor eps inferior a 0.75 e a segunda tiver o valor superior a 0.75. Neste caso, como o valor eps da GG é igual a $0.69569 < 0.75$, podemos validar a esfericidade. No entanto, vemos, por essa correção, que a interação não é significativa, visto que o valor p da interação nessa correção é igual a $0.1016 > 0.05$.

De seguida, verificamos a normalidade e a Homocedasticidade, fazendo-o pelo modo comum: Os gráficos e testes. No entanto, como tratamos de uma ANOVA medidas repetidas com fator within e between, devemos verificar a normalidade para cada um dos fatores within (Figura 21), sendo eles o 14:00, 14:30, 14:45 e 15:00. Os valores p associados são, respetivamente, 0.0194, 0.211, 0.0361 e 0.0119, sendo três deles inferior a 0.05. Como temos três das categorias do fator within não normais, não podemos admitir a normalidade geral, devendo por isso rejeitar este pressuposto. A homocedasticidade também se deve ser verificada para cada uma das categorias do fator within, com um teste de levene para cada uma mais um teste levene do modelo geral. Para 14:00, 14:30, 14:45, 15:00 e o modelo geral recebemos os valores p de 0.07841, 0.5606, 0.3752, 0.6913 e 0.1877, todos superiores a 0.05. Podemos, portanto, admitir o pressuposto da homocedasticidade como validado.

Conclusão Final do Estudo

Como a homocedasticidade é validada e a esfericidade também pela correção de Greenhouse-Geisser, podemos admitir que o único pressuposto não validado é a normalidade. Portanto, devemos seguir pela abordagem não paramétrica do ART para podermos tirar conclusões.

Primeiramente, transformamos os dados de modo a conseguirmos ranks alinhados e, de seguida, iniciamos o modelo art. Fazendo o seu summary, verificamos mais uma vez que a interação não é significativa. Percebemos, também, que os dois fatores individuais são, então devemos avançar para o ART com comparações múltiplas de Holm para o fator within e com comparações múltiplas de Tukey para o fator between. As conclusões que tiramos de cada uma das comparações múltiplas estarão logo abaixo, escritas de um modo compreensível por não estatísticos:

- A interação entre as horas da medição e a raça da ovelha não é significativa, o que significa que os animais serem de diferentes raças junto à hora do dia irá afetar o RT medido. No entanto, tanto a raça quanto a hora da medição são importantes para o RT medido por si só;
- Todos os períodos de tempo em que o RT foi medido apresentam diferenças estatísticas entre si, com a única exceção sendo 14:45 para 15:00 horas. Mais precisamente, o maior RT foi medido em média às 14:00, e o RT medido às 14:30 é maior, em média, que aquele medido às 14:45 e às 15:00. Ou seja, a frequência respiratória teve a tendência de diminuir ao longo do tempo, pelo stress térmico que foi aumentando ao longo do tempo;

- O RT medido às 14:00 é maior que aquele medido às 14:30 por 79 unidades, que aquele medido às 14:45 por 105 unidades e que o medido às 15:00 por 114 unidades, em média. Por outro lado, o RT medido às 14:30 é maior que aquele medido às 14:45 por 26 unidades e que aquele medido às 15:00 por 35 unidades, em média;
- A raça Santa Inês apresenta diferenças na frequência respiratória medida média das raças Ile, Suffolk e Texas. A raça MN também apresenta diferenças no RT médio quando comparada à raça Suffolk;
- A raça Santa Inês é a que mostra menor frequência respiratória comparada às raças Ile, Suffolk e Texas, visto que teve 118 unidades a menos de RT medido do que a Ile, 138 unidades a menos de RT medido do que a Suffolk e 132 unidades a menos de RT medido do que a Texas;
- A raça MN apresenta 82 unidades de RT medido a menos do que a Suffolk, pelo que podemos dizer que a raça Santa Inês e a raça MN foram as que demonstraram melhor adaptabilidade ao stress térmico.

Anexos

Exercício 1

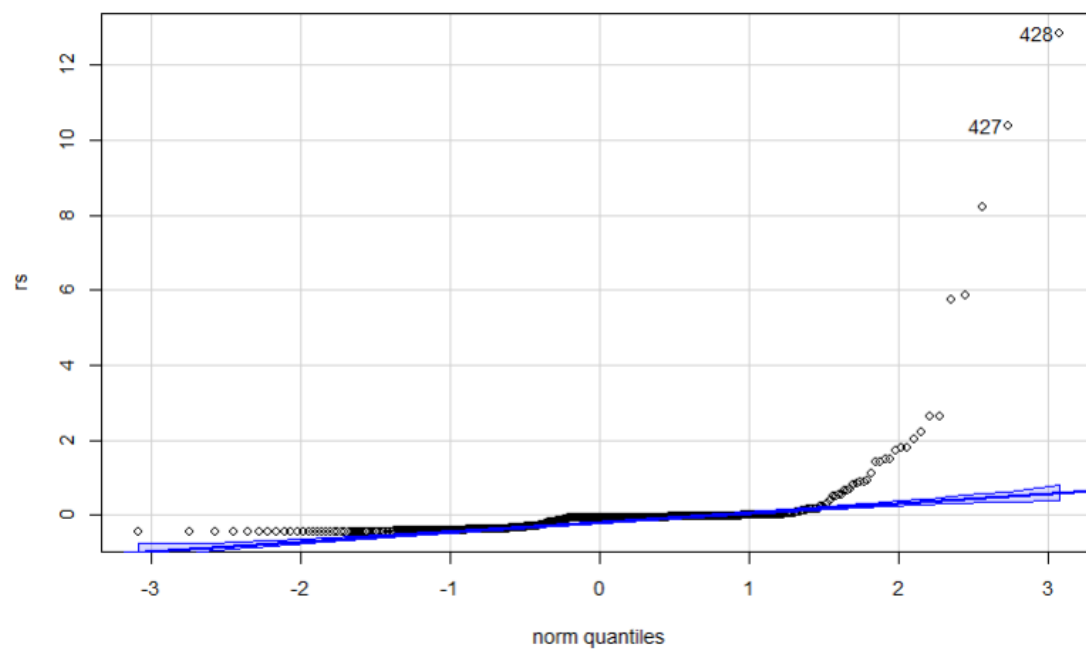


Figura 1 - Verificação da Normalidade

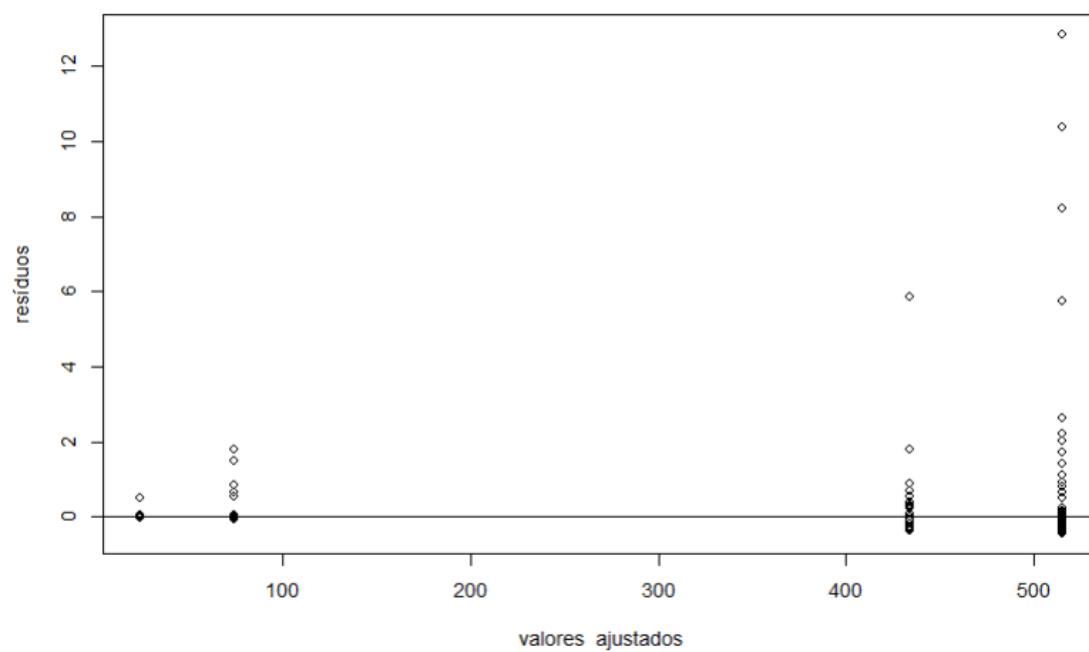


Figura 2 - Verificação da Homocedasticidade

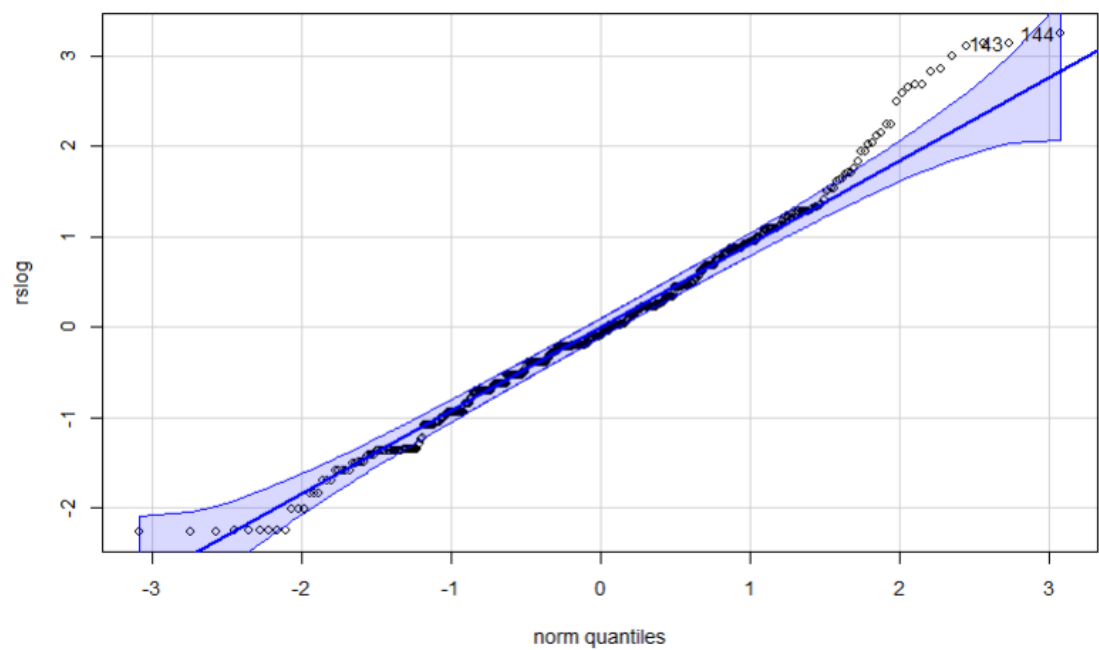


Figura 3 - Verificação da Normalidade da Transformação Logaritmo

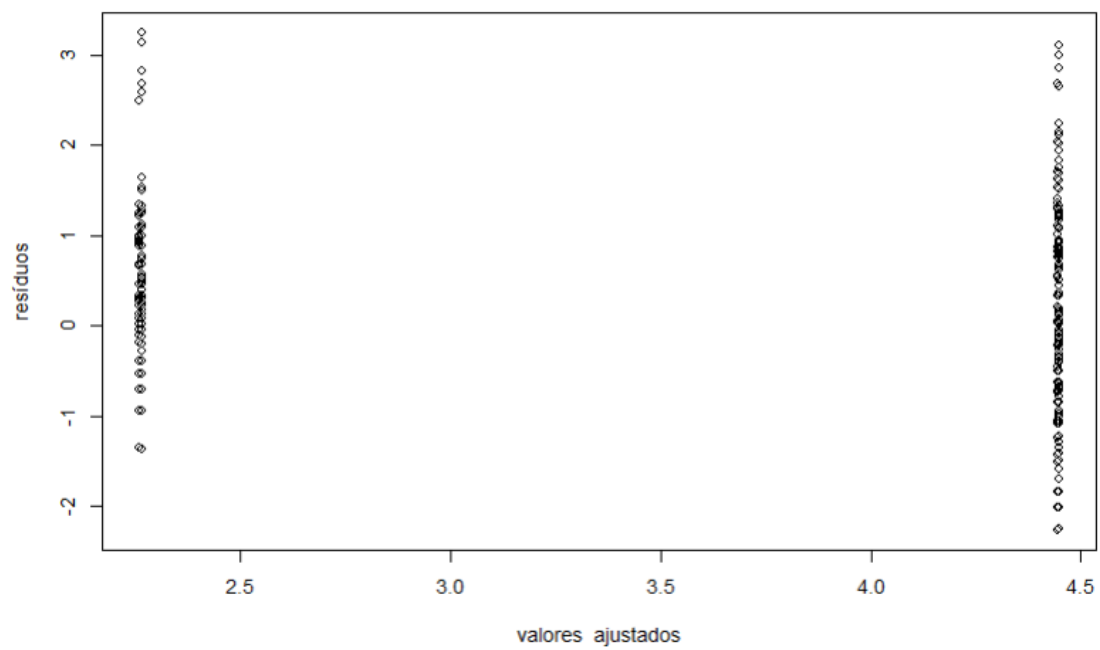


Figura 4 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Logaritmo

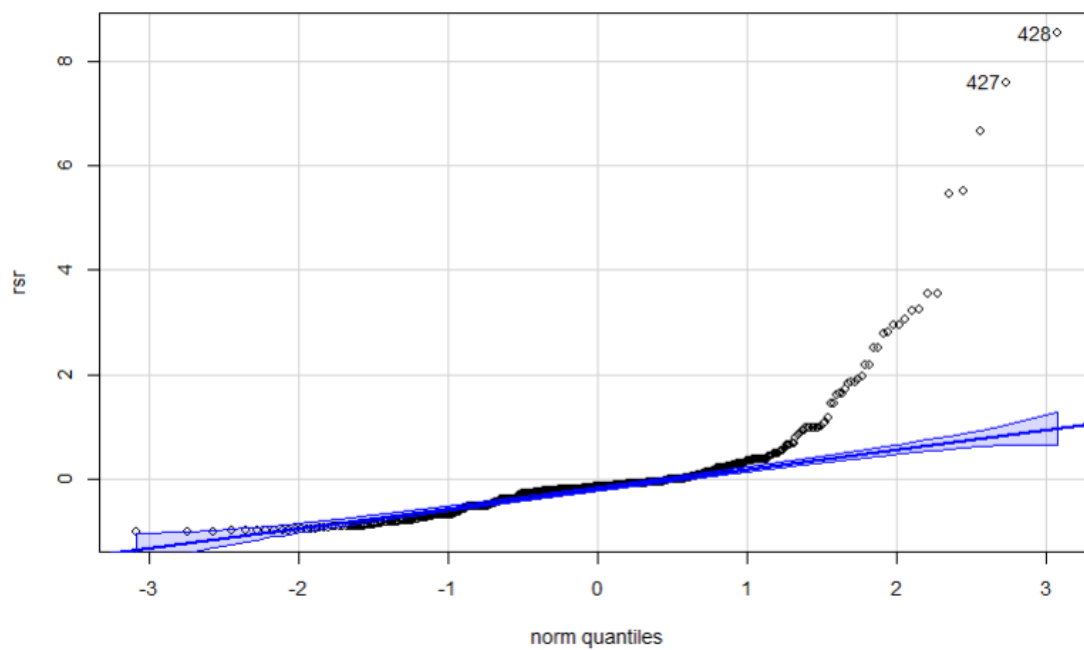


Figura 5 - Verificação da Normalidade da Transformação Raiz

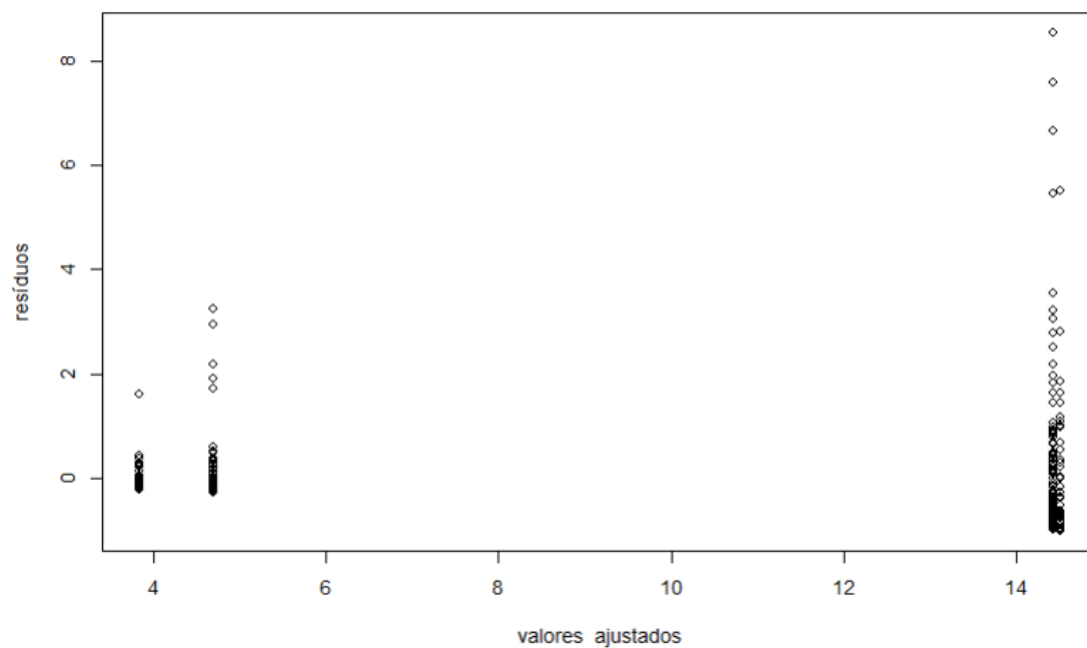


Figura 6 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Raiz

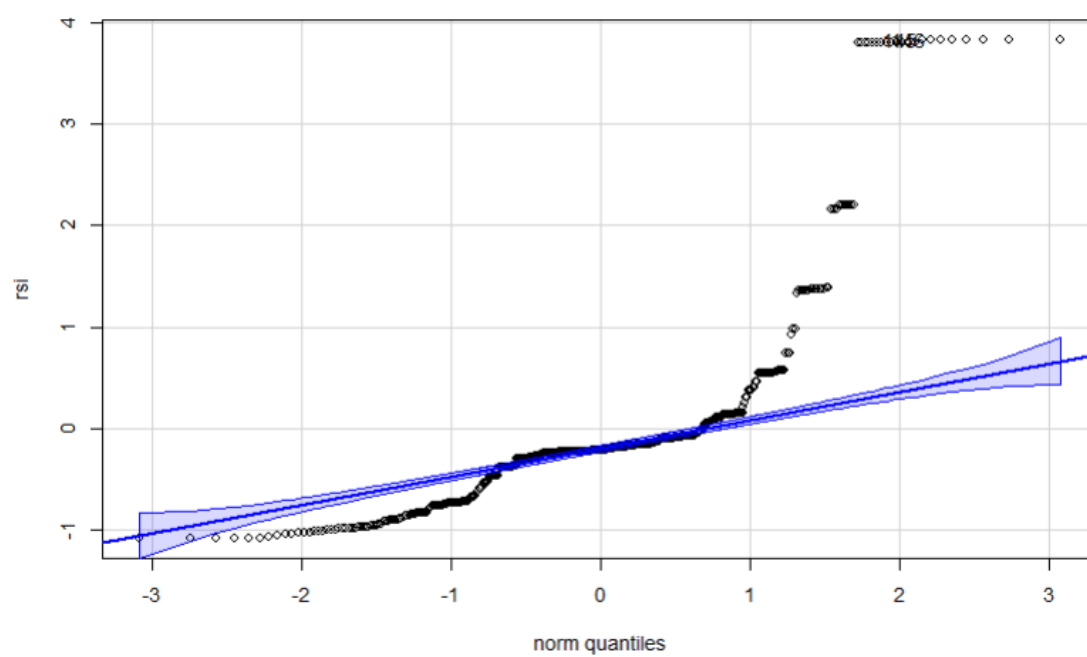


Figura 7 - Verificação da Normalidade da Transformação Inversa

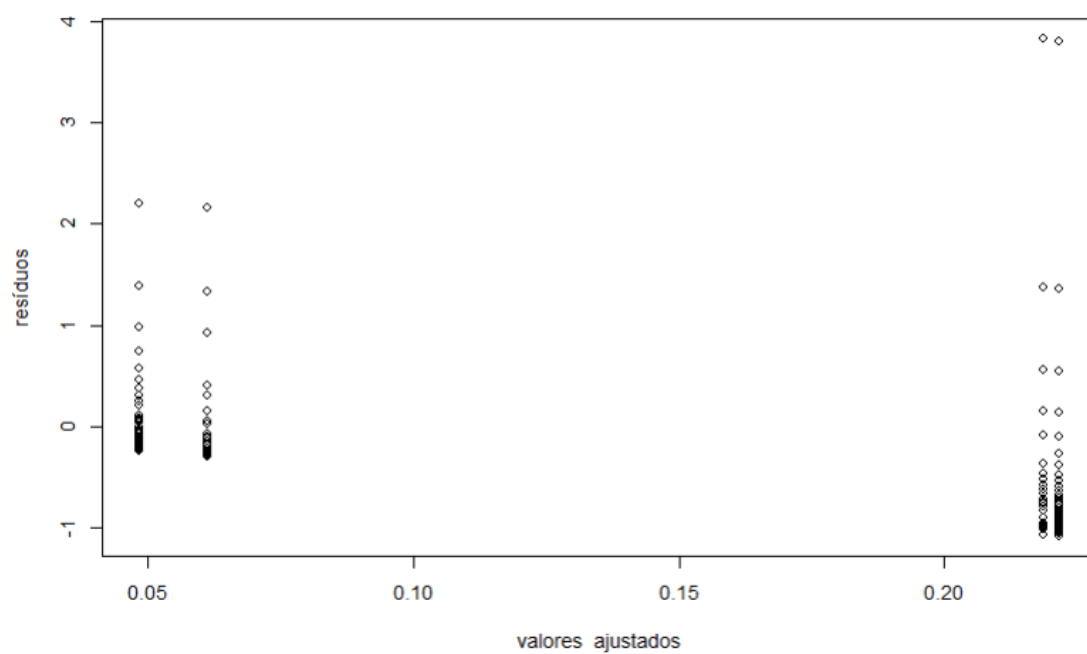


Figura 8 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Inversa

Exercício 2

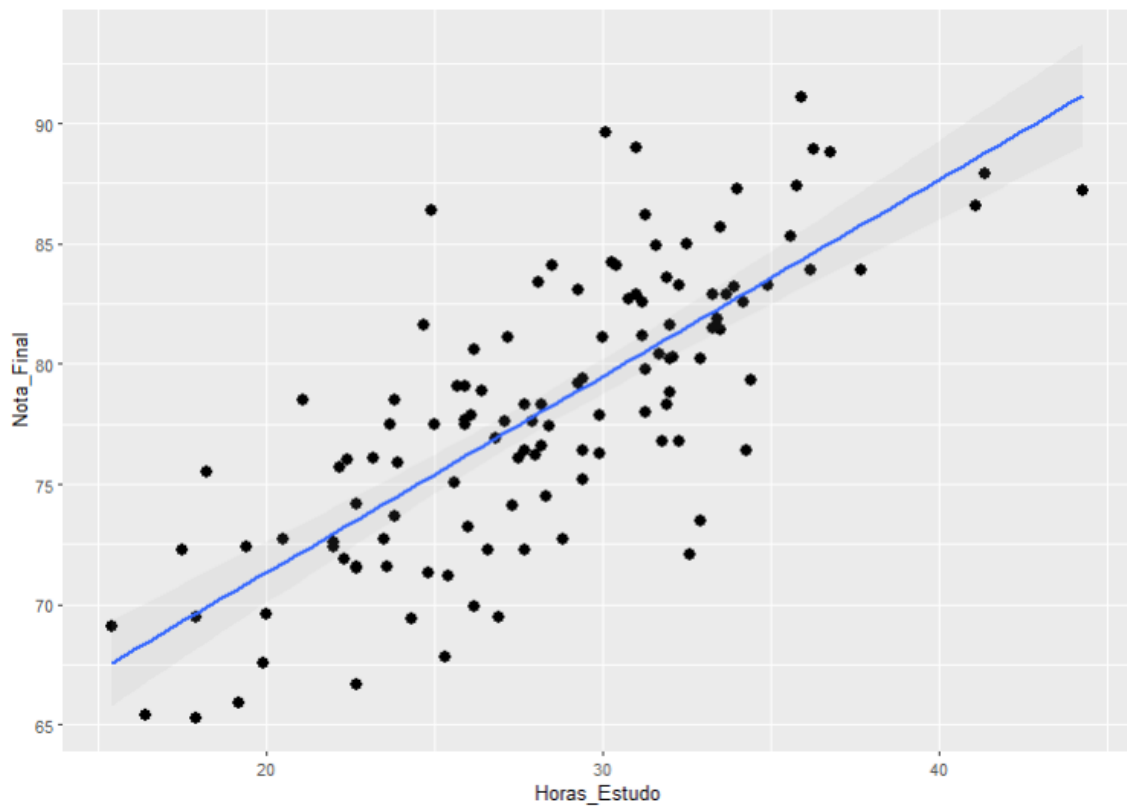


Figura 9 - Verificação da Linearidade entre Covariável e Variável Dependente

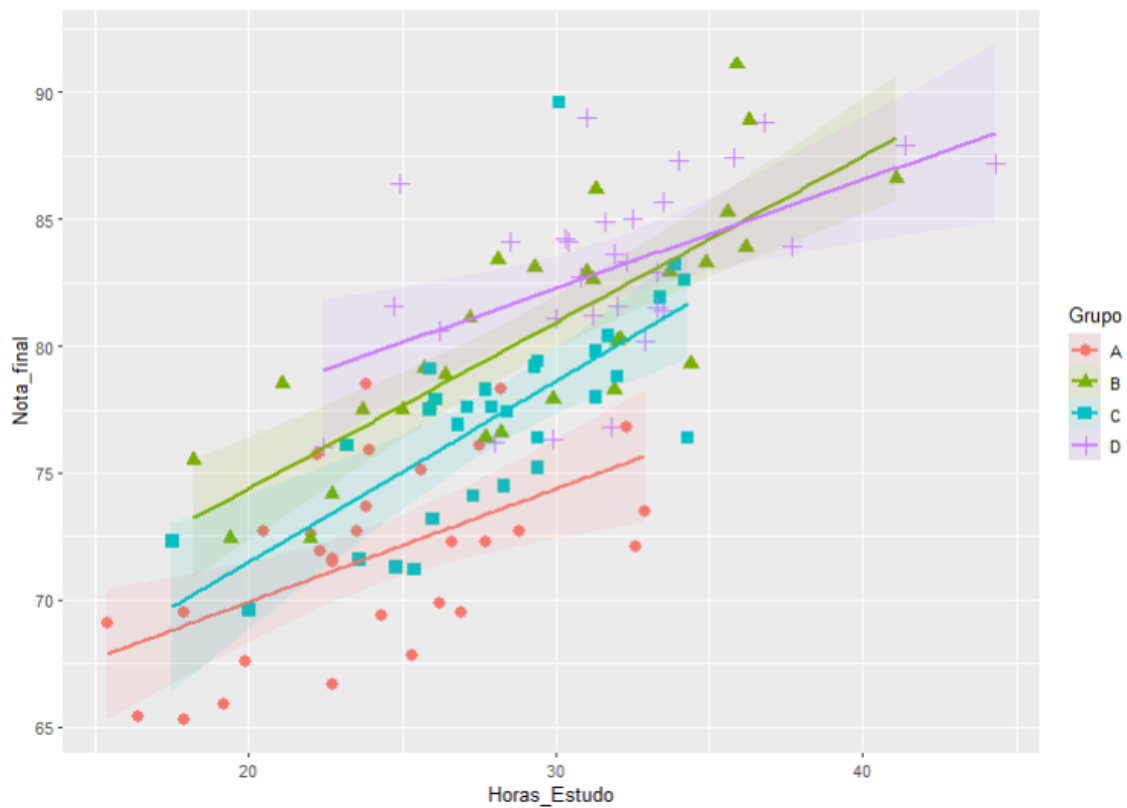


Figura 10 - Verificação da Homogeneidade de Declives

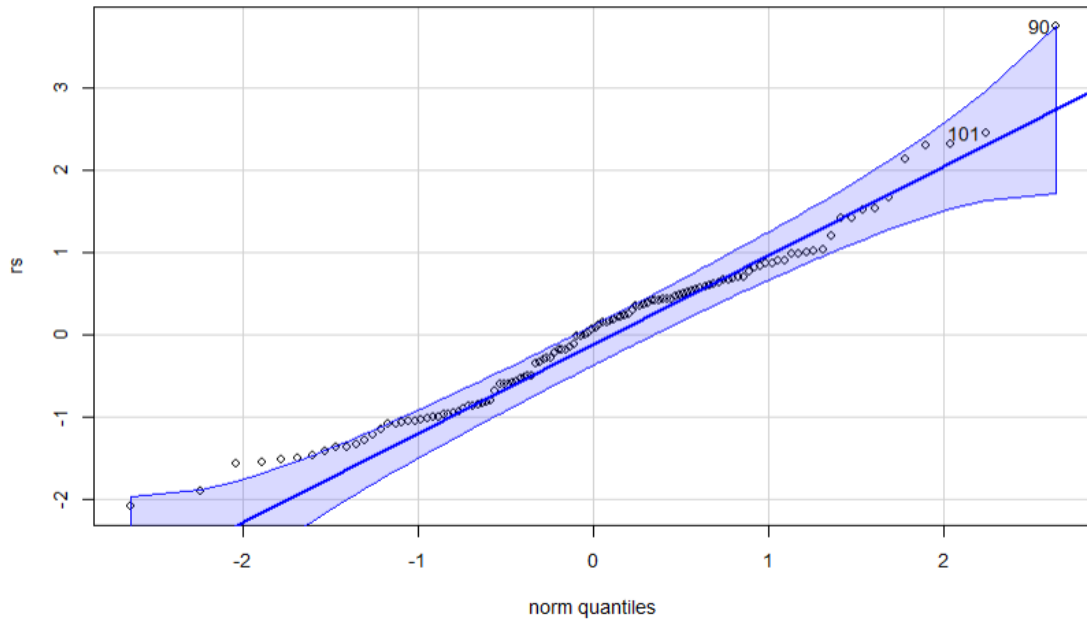


Figura 11 - Verificação da Normalidade

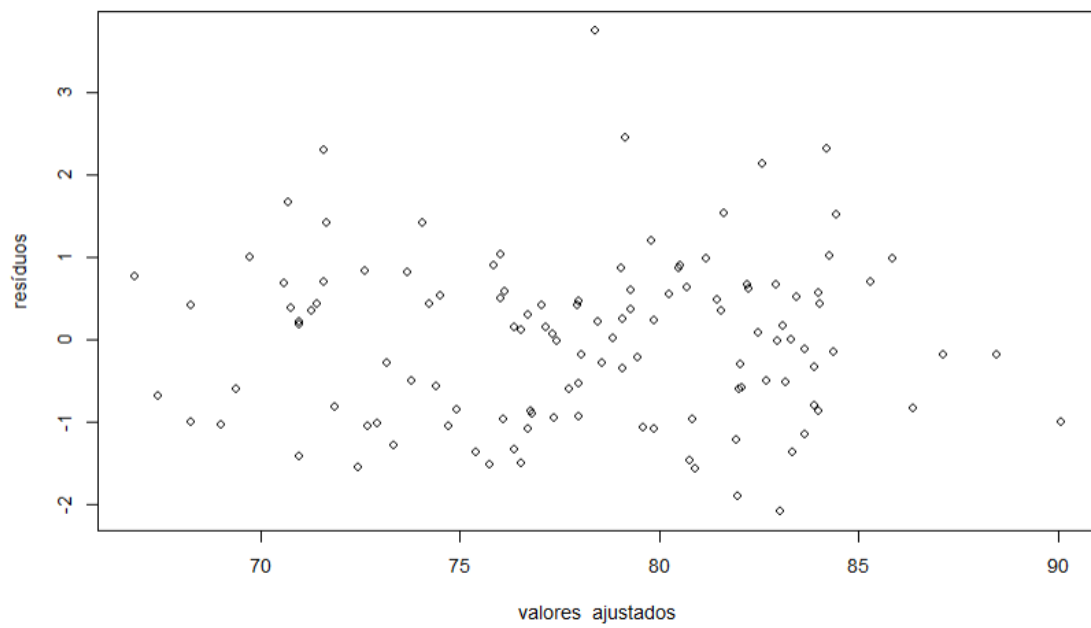


Figura 12 - Verificação da Homocedasticidade

Exercício 3

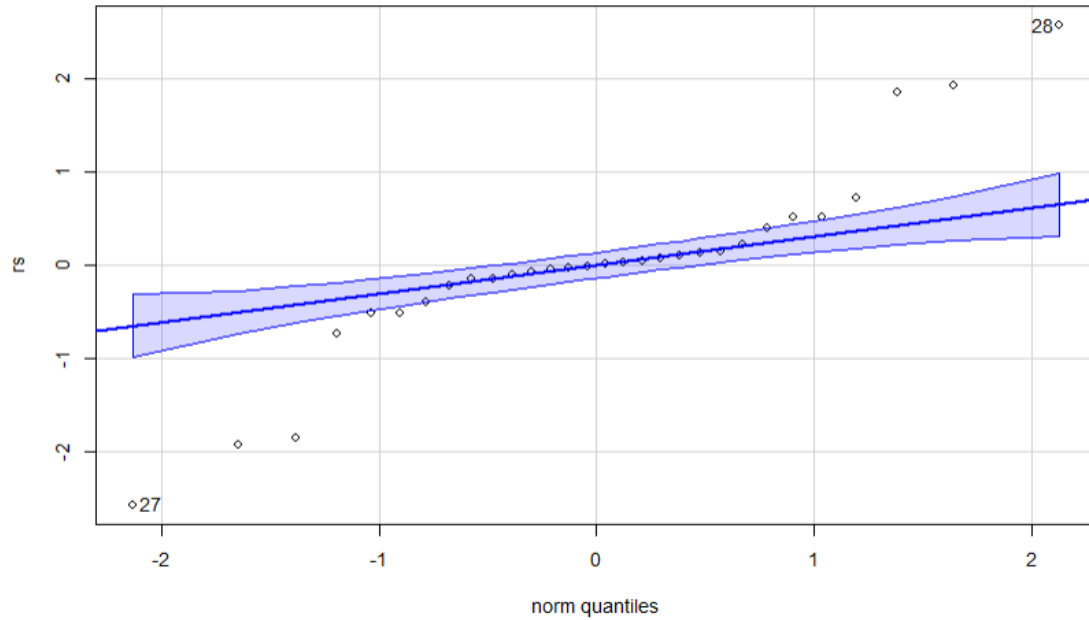


Figura 13 - Verificação da Normalidade

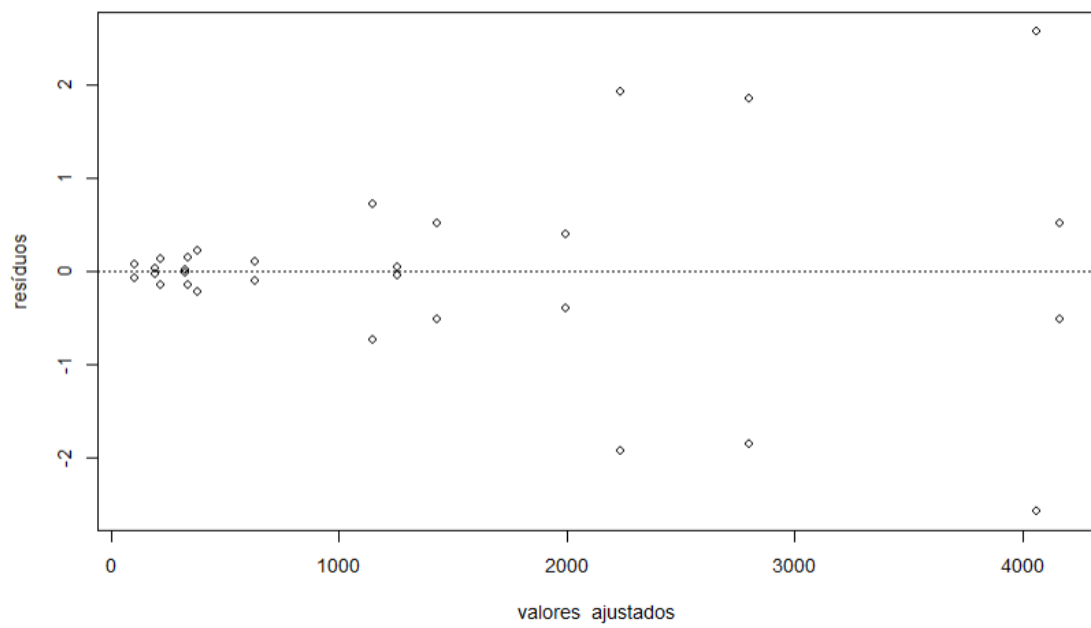


Figura 14 - Verificação da Homocedasticidade

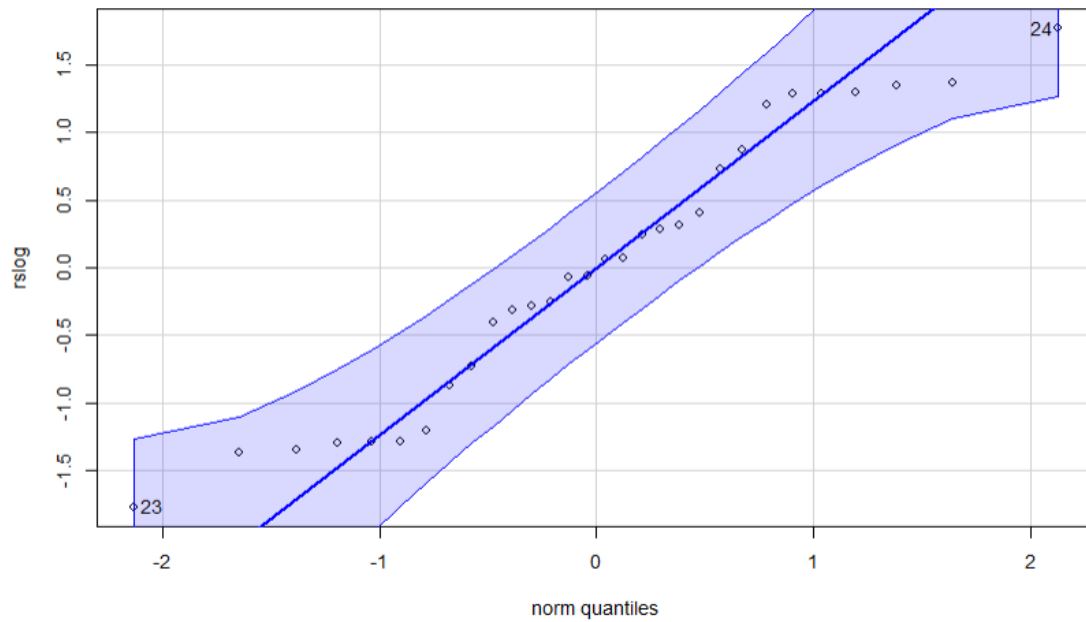


Figura 15 - Verificação da Normalidade da Transformação Logaritmo

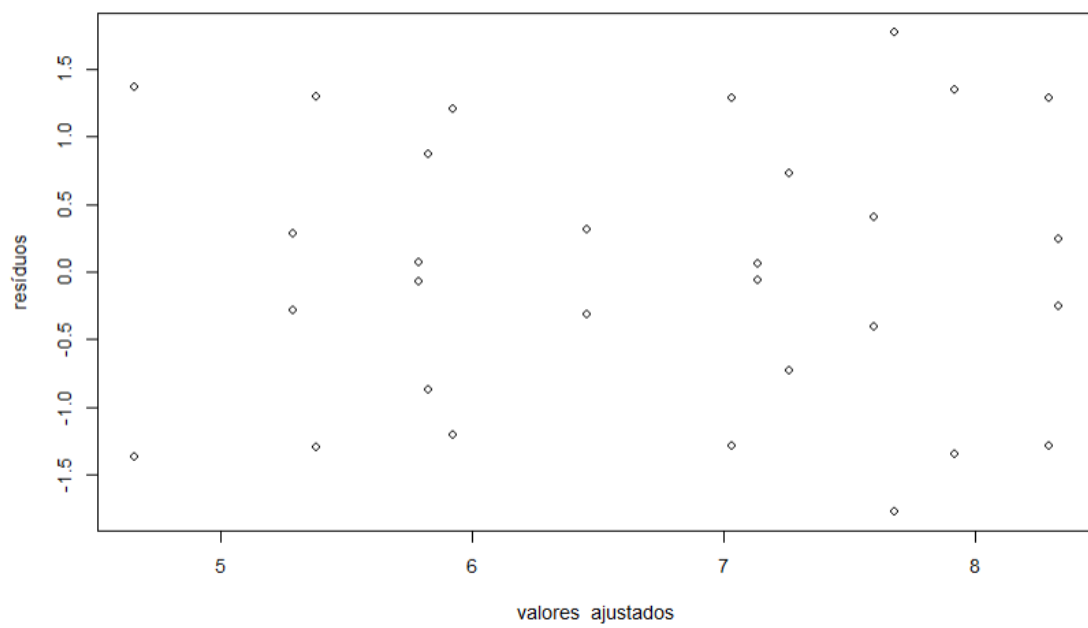


Figura 16 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Logaritmo

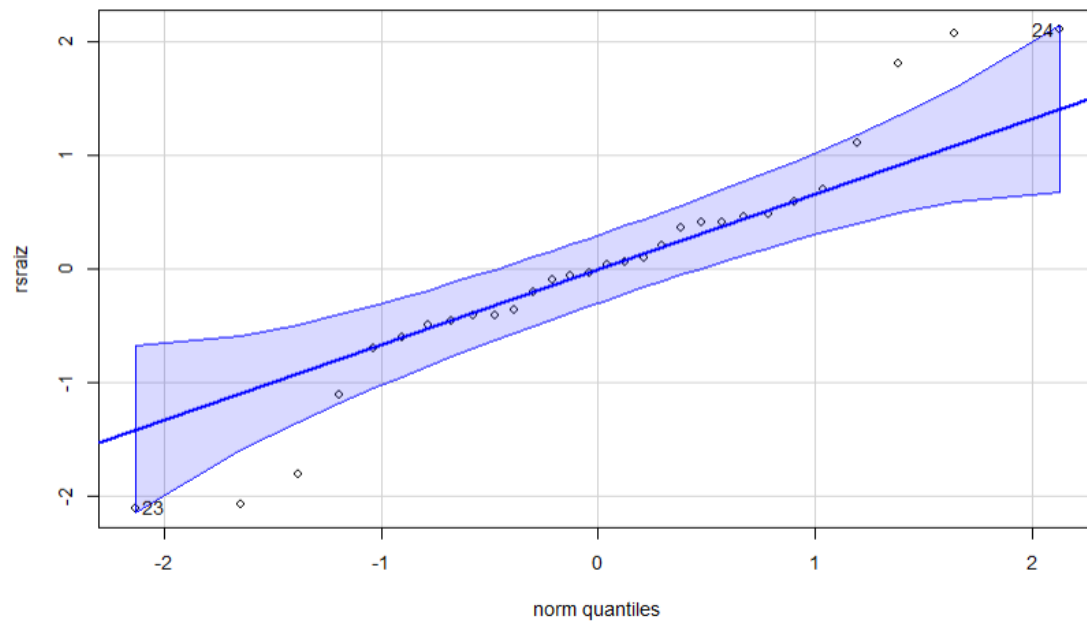


Figura 17 - Verificação da Normalidade da Transformação Raiz

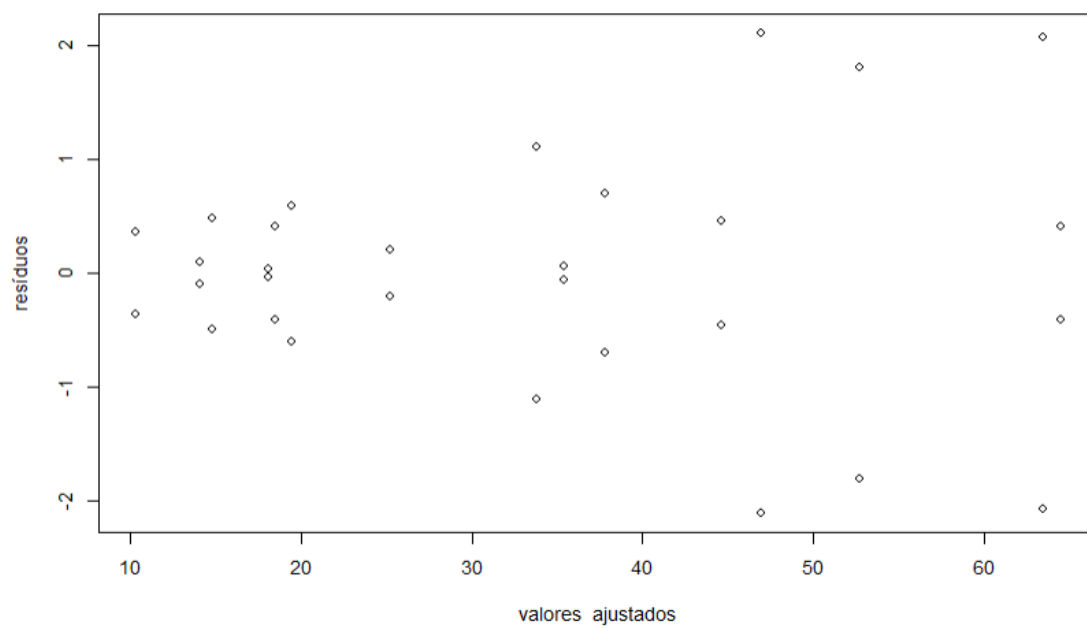


Figura 18 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Raiz

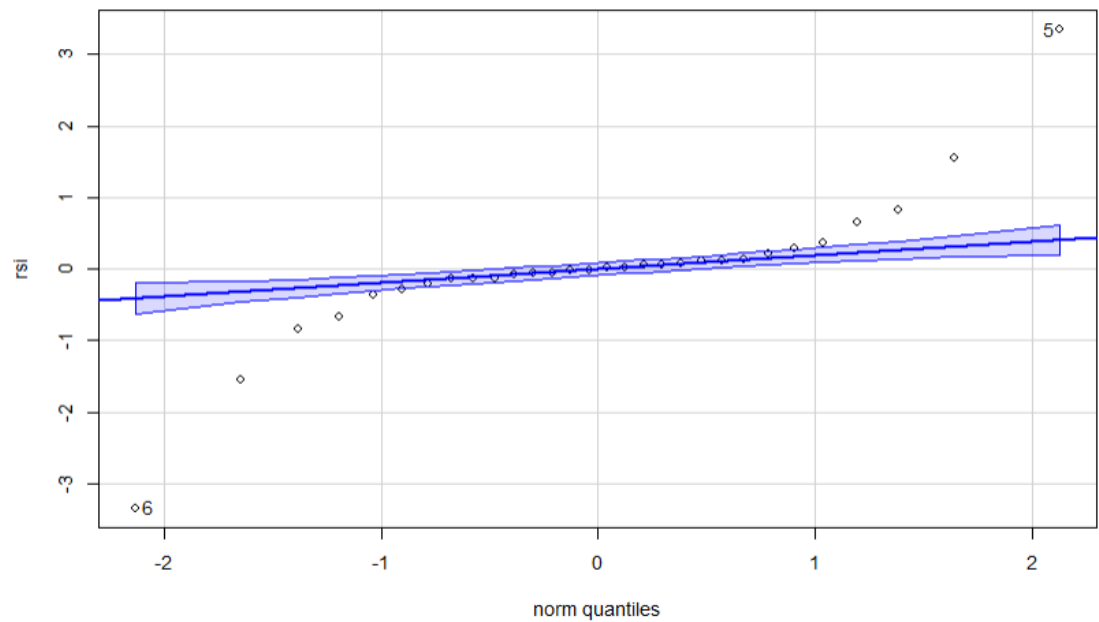


Figura 19 - Verificação da Normalidade da Transformação Inversa

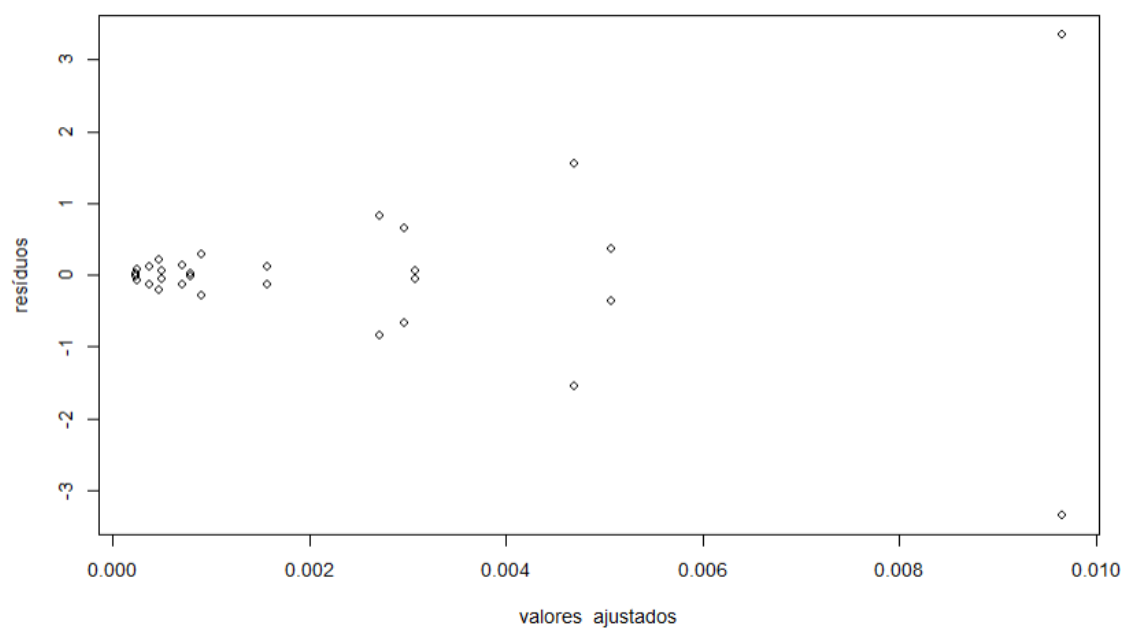


Figura 20 - Verificação da Homocedasticidade da Transformação Inversa

Exercício 4

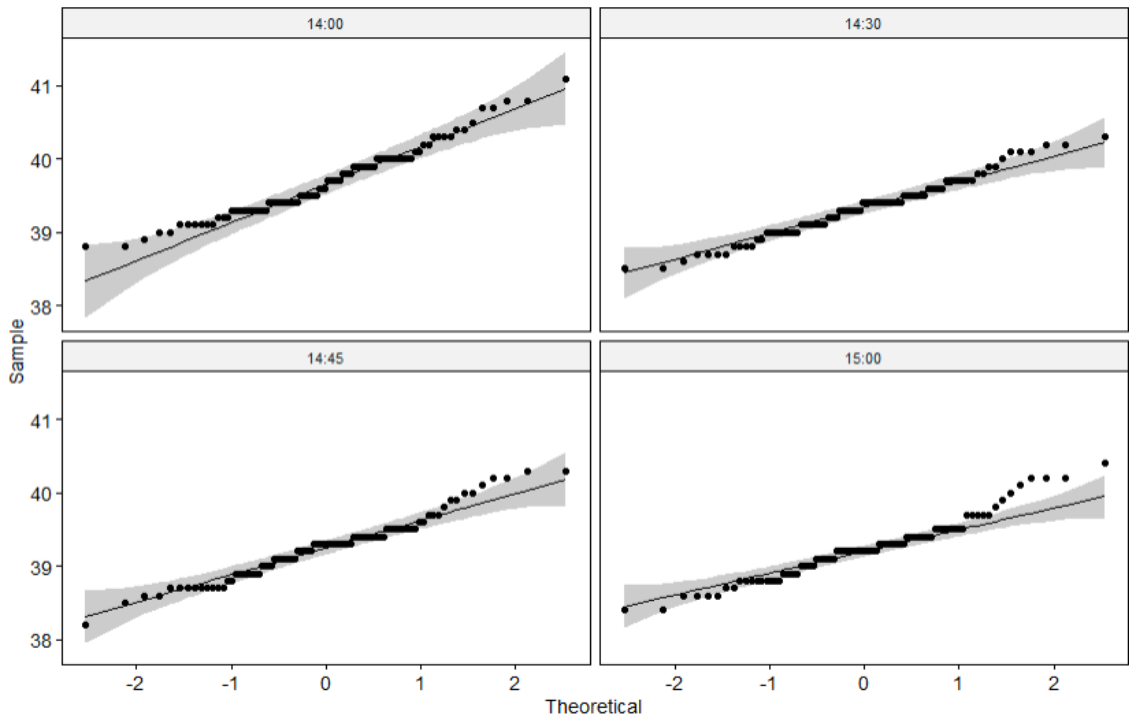


Figura 21 - Verificação da Normalidade