



IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NOS TESTES DE AVALIAÇÃO DE CONDICIONAMENTO FÍSICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE 2020 E 2021

Quézia Ferreira do Carmo, Academia da Força Aérea (AFA), queziafcarmo@gmail.com

João Paulo Martins dos Santos, Academia da Força Aérea (AFA), jpmdossantos@yahoo.com.br

Marcus Vinícius de Araújo Lima, Academia da Força Aérea (AFA), marcuslima.afa@gmail.com

Resumo

O estudo teve como objetivo investigar o impacto do confinamento nos desempenhos em Testes de Avaliação de Condicionamento Físico (TACF) realizados em 2020 e 2021, período em que houve reclusão sanitária devido à Covid-19. Os objetivos específicos foram comparar os valores absolutos e os graus das atividades de flexão, abdominal e corrida, bem como as diferenças nos graus finais. Inicialmente, foram realizadas análises estatísticas descritivas para comparar as atividades realizadas antes e depois do período de confinamento, respectivamente. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados das diferenças de graus finais dos testes, e o teste t pareado foi aplicado logo em seguida. Os resultados indicaram uma diferença estatisticamente significativa nos graus finais, evidenciando uma redução de performance nos testes físicos. Os resultados obtidos estão em concordância Schipman *et al.* (2022) e com Radziminski *et al.* (2021), os quais também concluíram que houve uma redução significativa da performance dos atletas após o período de isolamento.

Palavras-chave: Estatística; R; teste t pareado; Covid-19.

Abstract

The study aimed to investigate the impact of confinement on performances in Physical Fitness Assessment Tests (PFAT) conducted in 2020 and 2021, a period during which there was sanitary isolation due to Covid-19. The specific objectives were to compare the absolute values and grades of the flexion, abdominal, and running activities, as well as the differences in the final grades. Initially, descriptive statistical analyses were conducted to compare the activities performed before and after the confinement period, respectively. The Shapiro-Wilk test was applied to check the normality of the data of the differences in the final grades of the tests, and the paired t-test was applied shortly thereafter. The results indicated a statistically significant difference in the final grades, indicating a performance reduction in the physical tests. The results obtained are in agreement with the studies Schipman *et al.* (2022) and Radziminski *et al.* (2021), which also concluded that there was a significant reduction in performance of athletes after the isolation period.

Keywords: Statistics; R; paired t test; Covid-19.

Introdução

A importância do condicionamento e do bom preparo físico dos homens e mulheres, nas Forças Armadas, é inquestionável. Em todas as Instituições Militares, o Treinamento Físico Militar (TFM) é obrigatório e que objetiva atingir níveis de desempenho compatíveis



com a operacionalização funcional de cada militar por meio de atividades técnico-científicas (SCHELEDER, 2019). Nas normas que regulam os Cursos de Oficiais da Força Aérea Brasileira, a aptidão física militar é definida como “expressão do estado de sanidade física, mental e de condicionamento físico, que habilita o militar ao exercício das atividades funcionais, inerentes ao posto/graduação e à especialidade.” (BRASIL, 2021a, p.6). Além disso, faz parte do currículo dos quadros de formação de Oficiais da Força Aérea Brasileira a disciplina de Treinamento Físico Militar (TFM), que é avaliada mediante aplicação do Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF) (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2021).

Os cadetes realizam o TFM, que é regulado por um processo pedagógico, visando atingir a aptidão física para desempenharem suas funções militares, além de aperfeiçoarem o bem-estar e a promoção da saúde. O nível mínimo de desempenho físico é pré-estabelecido de acordo com a idade e o sexo de cada indivíduo, e a avaliação é feita por meio do TACF (BRASIL, 2019).

No ano de 2020 a pandemia de Covid-19 assolou o mundo e como medida para conter o avanço da doença, muitos países adotaram o isolamento social como precaução. A proposta era reduzir o número de pessoas infectadas e tentar conter a propagação do vírus. O Brasil foi um desses países e o efeito direto na Academia da Força Aérea (AFA) foi o confinamento dos cadetes. Dessa forma, ainda em 2020, a rotina na AFA foi modificada e especificamente o treinamento físico que passou a ser, exclusivamente, restrito aos cadetes do mesmo quarto, que só podiam se exercitar ao ar livre e sem o acompanhamento direto de um profissional da Educação Física (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020).

O primeiro TACF de 2020 foi realizado antes do isolamento social, em contrapartida, o segundo TACF de 2021 foi realizado após o período de confinamento. A comparação dos graus finais do primeiro e do segundo TACF buscou detectar diferenças entre os graus finais dos dois testes físicos.

Em um contexto mais amplo, o impacto da reclusão na performance física de atletas mundiais de alto rendimento foi objeto de estudo de Schipman *et al.* (2022), que concluíram haver um retrocesso estatisticamente significativo no desempenho devido à quarentena enfrentada pelos esportistas. Além disso, Radziminski *et al.* (2021) investigaram a atuação dos jogadores profissionais que participaram das ligas de futebol da Alemanha e da Polônia (*Bundesliga* e *Ekstraklasa*, respectivamente), especificamente explorando dados das partidas que antecederam o bloqueio social e das partidas após o encerramento do mesmo. Concluíram que os jogadores da *Bundesliga* alemã não foram afetados fisicamente pela pandemia, ao contrário da equipe da *Ekstraklasa* polonesa, que tiveram uma redução significativa da performance. Segundo os autores, o motivo da diferença pode ter sido pela



distinta duração dos isolamentos sociais ou, até mesmo, pelas diferentes restrições impostas na Alemanha e na Polônia.

O estudo desenvolvido neste artigo tem como base os resultados apresentados em Schipman *et al.* (2022), pois traça um delineamento do efeito do confinamento dos cadetes devido à pandemia. Deve ser ressaltado, no entanto, que a análise foi conduzida com base nos dados disponíveis e não foram levados em conta quaisquer outros aspectos do processo de confinamento.

Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é comparar os desempenhos físicos dos cadetes da Turma Orthrus da AFA, por meio de uma análise estatística dos TACFs de antes e depois do período de isolamento. Em detalhes, os objetivos específicos que direcionaram o estudo foram:

- Comparar, por meio de análises estatísticas descritivas, os desempenhos dos cadetes nas atividades de flexão no TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021;
- Comparar, por meio de análises estatísticas descritivas, os desempenhos dos cadetes nas atividades de abdominais no TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021;
- Comparar, por meio de análises estatísticas descritivas, os desempenhos dos cadetes nas corridas de 12 (doze) minutos no TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021;
- Comparar, por meio de análises estatísticas descritivas, os graus finais dos cadetes no TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021;
- Analisar, por meio de testes de hipóteses, a média das diferenças dos graus finais do TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021.

Material e Método

A pesquisa sobre a performance física, com indivíduos do terceiro ano de curso, foi analisada em dois momentos distintos: TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021, realizados, respectivamente, antes e depois do isolamento social provocado pela pandemia do Covid-19. De acordo com Prodanov e De Freitas (2013), essa pesquisa é classificada de acordo com sua natureza como básica, pois tem o objetivo de gerar conhecimento científico útil. Ademais, é classificada de acordo com o ponto de vista da forma de abordagem do tema como quantitativa, uma vez que os dados dos TACFs, fornecidos pela Seção de Educação Física, são numéricos e foi realizada uma análise estatística. Quanto ao fim da pesquisa, é

exploratória, pois é quantitativa e torna o assunto mais explícito, além de criar hipóteses sobre ele.

As etapas iniciais consistiram na sequência: obtenção dos dados, pré-processamento, análise estatística descritiva gráfica e teste de *Shapiro-Wilk*. Sob a hipótese de normalidade, o teste t pareado seria empregado para a comparação da média das diferenças sob o ponto de vista da significância estatística. Caso a hipótese de normalidade das diferenças não fosse satisfeita, então um teste não paramétrico deveria ser utilizado, como teste de *Wilcoxon*. O diagrama mostrado na Figura 1 foi confeccionado para melhor visualização e entendimento da análise envolvendo os testes de *Shapiro-Wilk*, o teste t pareado e o teste alternativo, caso a amostra não fosse normal.

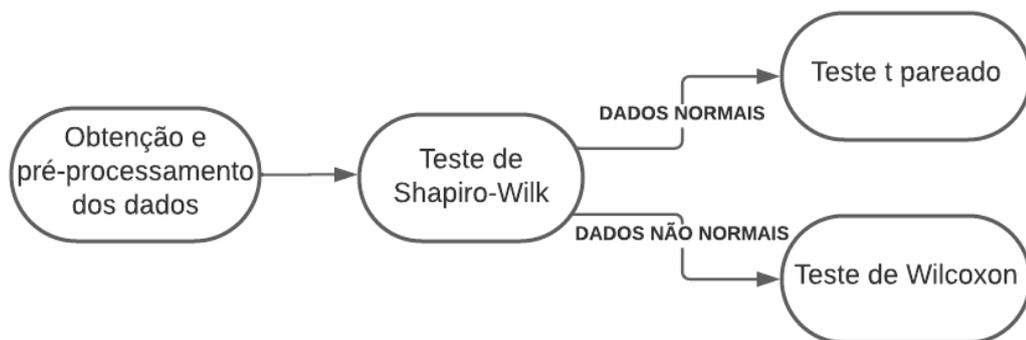


Figura 1 Diagrama da metodologia empregada no artigo.

Fonte: Os autores.

De forma geral, os itens a seguir resumem o procedimento adotado no presente estudo:

1. Obtenção dos dados: os dados foram fornecidos pela Seção de Educação Física da AFA em formato *.pdf* (*Portable Document Format*).
2. Pré-processamento: o pré-processamento consistiu na conversão manual dos arquivos em formato *.pdf* para arquivos em formato de planilha. A seguir, as linhas foram comparadas uma a uma, para eliminação daqueles indivíduos que não haviam feito ambos os testes físicos. Após a aplicação desse processo, um número de 156 (cento e cinquenta e seis) linhas de dados foram obtidas para a comparação pareada.



3. Estatísticas descritivas: consistiram nas apresentações numéricas e gráficas dos resultados após pré-processamento. Foram confeccionados gráficos de curvas empíricas e *boxplots* para cada atividade realizada nos TACFs.
4. Teste t pareado: após a realização do teste de *Shapiro-Wilk* e constatação da normalidade dos dados, o teste t para amostras pareadas e variâncias diferentes foi empregado para a comparação das diferenças entre as médias finais dos testes físicos.

Para os cálculos das estatísticas descritivas do conjunto de dados, foi utilizado o *Software RPosit*. Ele permite que pessoas com diferentes níveis de experiência em ciência de dados façam análises estatísticas mais precisas, criem projetos, administrem pacotes e gerem documentos utilizando o código *R* (WICKHAM; ÇETINKAYA-RUNDEL; GROLEMUND, 2019).

Resultados e Discussão

Os resultados descritivos são apresentados abaixo e foram divididos em 2 (dois) conjuntos de gráficos: os gráficos com valores obtidos em cada atividade (número de flexões, número de abdominais, distância corrida em 12 minutos) e os gráficos resultantes dos graus atribuídos para cada uma delas. Os dados após pré-processamento e códigos utilizados estão disponíveis no Anexo A.

As Figuras 2, 3 e 4 mostram os resultados gráficos das curvas de densidades empíricas e *boxplots* dos valores absolutos para as atividades físicas do TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021, que foram realizados antes do confinamento e após a liberação do mesmo, respectivamente.

Na Figura 2 são apresentadas as Curvas Empíricas e *boxplots* do número de flexões de braço realizadas em ambos os TACFs. Uma análise qualitativa mostra que a mediana é maior no TACF-2 de 2021 do que no TACF-1 de 2020, assim como mostra um aumento do primeiro e do terceiro quartis de 2020 para 2021. Mostra ainda que no TACF-2 há uma dispersão maior, que pode ser observada pela diferença entre o limite superior e inferior do *boxplot* da cor azul. Neste caso, as curvas de densidade empírica complementam o perfil da análise, pois é possível observar que há maior densidade, ou seja, houve uma variação maior da quantidade de flexões realizadas quando comparado ao TACF-1.

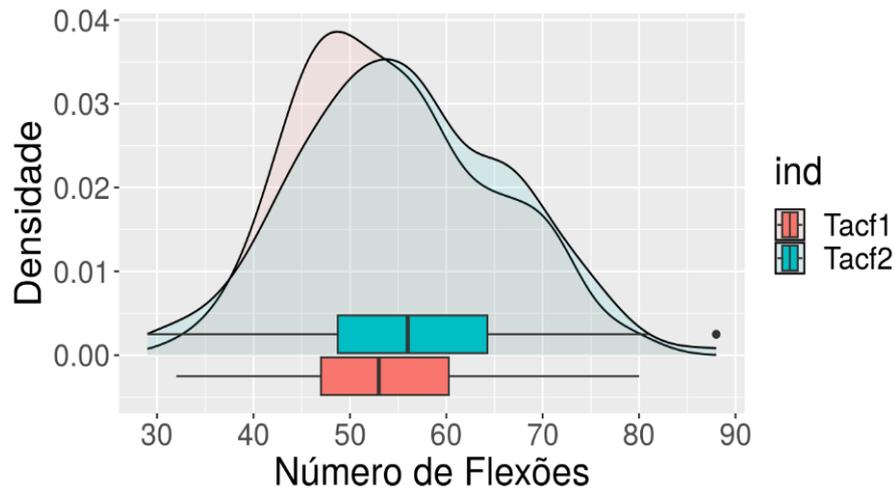


Figura 2 Curvas Empíricas e *boxplots* das flexões de braço dos TACFs de 2020 e 2021.

Fonte: Os autores.

A Figura 3 mostra os resultados para o número de abdominais. Outra análise qualitativa mostra que tanto a mediana quanto o terceiro quartil são maiores no TACF-2 de 2021 em comparação com o TACF-1 de 2020. Entretanto, o primeiro quartil apresenta maior valor no TACF-1 de 2020 do que no TACF-2 de 2021. Analisando os limites inferiores e superiores dos *boxplots*, o TACF-2 de 2021 apresenta maior dispersão, observado também pela curva de densidade empírica. Agregados aos *boxplots*, existem valores discrepantes representados por pontos, chamados *outliers*.

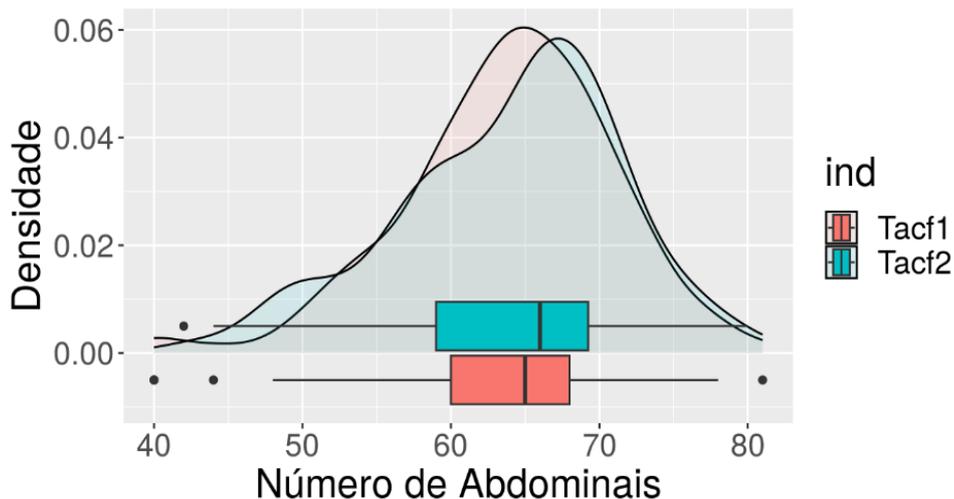


Figura 3 Curvas Empíricas e *boxplots* dos abdominais dos TACFs de 2020 e 2021.

Fonte: Os autores.

A Figura 4 mostra os resultados para as distâncias percorridas em 12 (doze) minutos. Uma análise qualitativa mostra que as medianas de ambos TACFs são iguais, entretanto o primeiro e o terceiro quartil do TACF-2 são menores do que os do TACF-1. Analisando os limites inferiores e superiores dos *boxplots*, observa-se uma dispersão maior no TACF-1 de 2020 comparado ao TACF-2 de 2021.

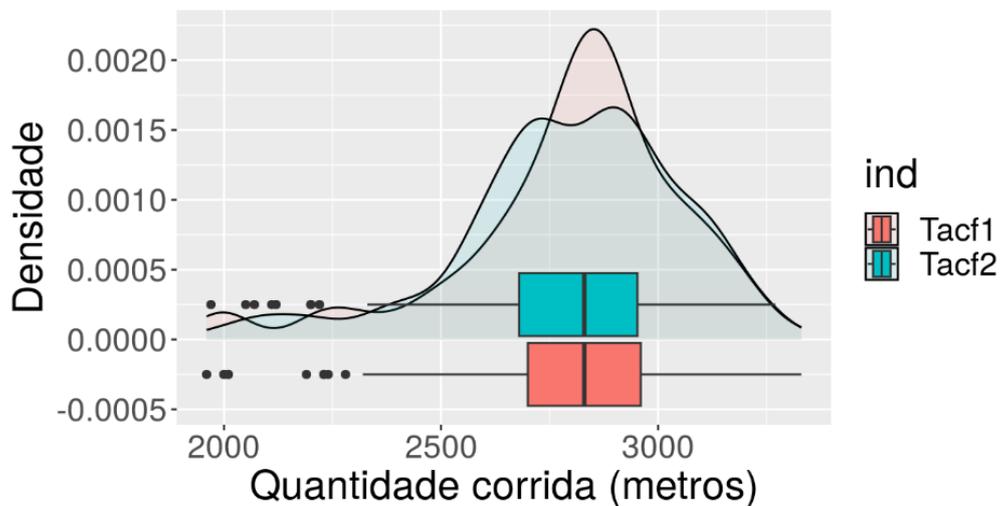


Figura 4 Curvas Empíricas e *boxplots* das corridas de 12 *min.* dos TACFs de 2021 e 2021.

Fonte: Os autores.

Os gráficos relativos à pontuação de cada atividade dos TACFs podem ser observados nas Figuras 5, 6 e 7, enquanto que os gráficos relativos às médias finais são apresentados na Figura 8.

A Figura 5 mostra os resultados dos graus obtidos na atividade de flexão do TACF-1 de 2020 e TACF-2 de 2021. Nota-se que a mediana do segundo TACF de 2021 é menor que a mediana do primeiro TACF de 2020, assim como o primeiro quartil do TACF-2 de 2021 é menor que o do TACF-1 de 2020. O terceiro quartil de ambos testes apresenta o mesmo valor e, finalmente, ao observar os limites inferiores e superiores dos TACFs, nota-se também que o TACF-1 possui maior densidade na região mais próxima ao grau máximo, ou seja, os graus de flexões no TACF-1 de 2020 foram mais concentrados

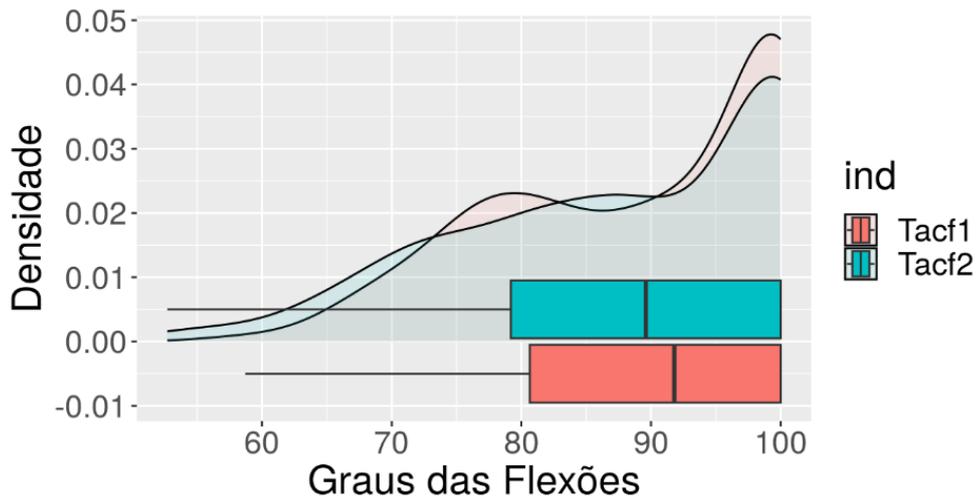


Figura 5: Graus de flexões de braço dos TACF's de 2020 e 2021.

Fonte: Os autores.

Na Figura 6 são exibidas as Curvas Empíricas e os *boxplots* dos graus de abdominais dos TACFs de 2020 e 2021. Nota-se que as medianas são iguais, porém o primeiro quartil do TACF-2 é menor que o do TACF-1. Analogamente ao caso anterior, há uma maior concentração dos graus próximos ao grau máximo no TACF-1 em relação aos graus do TACF-2. Observando os limites inferiores e superiores dos TACFs, nota-se também que o TACF-1 possui maior densidade na região próxima ao grau máximo. Além disso, em ambos *boxplots* são observados *outliers*, entretanto alguns valores que eram discrepantes no TACF-1 deixaram de ser discrepantes no TACF-2.

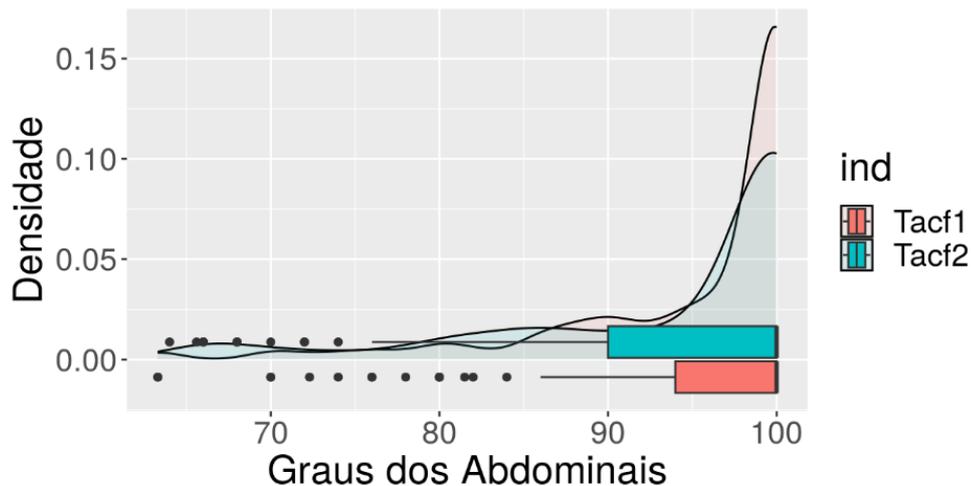


Figura 6 Graus de abdominais dos TACF's de 2020 e 2021.

Fonte: Os autores.

As Curvas Empíricas e os *boxplots* dos graus obtidos pelas distâncias percorridas em 12 (doze) minutos pelos cadetes são mostrados na Figura 7. Analisando o *boxplot* do TACF-2, nota-se que a mediana dele é menor que a mediana referente ao TACF-1, assim como o primeiro quartil e o terceiro quartil. Entretanto, a dispersão é maior no TACF-2 do que no TACF-1. Também, pode ser observada uma concentração relativamente mais alta próxima do intervalo [75, 100], ao passo que a densidade do TACF-1 é menor que a densidade do TACF-2 na região menor que o primeiro quartil do TACF-2.

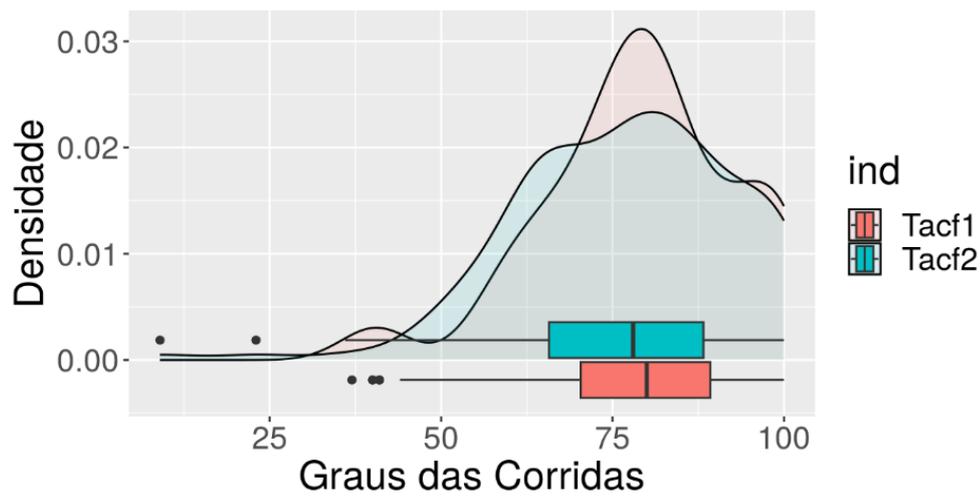


Figura 7: Graus das corridas dos TACF's de 2020 e 2021.

Fonte: Os autores.

A Figura 8 mostra as Curvas Empíricas e os *boxplots* dos graus finais obtidos pelos cadetes como notas finais dos TACFs, que representam as médias aritméticas dos graus das atividades individuais. Nota-se que, por essa análise qualitativa, a mediana dos graus finais do TACF-2 de 2021 é menor que a mediana do TACF-1 de 2020, assim como o primeiro quartil. Ao observar os limites inferiores e superiores dos *boxplots*, nota-se que a dispersão dos dados é maior no TACF-2 do que no TACF-1, ou seja, as médias finais foram mais concentradas no TACF-1 do que no TACF-2.

As análises anteriores fornecem uma visão geral de cada uma das atividades tanto em termos de quantidades executadas, quanto em termos dos respectivos graus recebidos. A seguir são apresentadas a comparação pareada dos dados de graus finais mostrados da Figura 8.

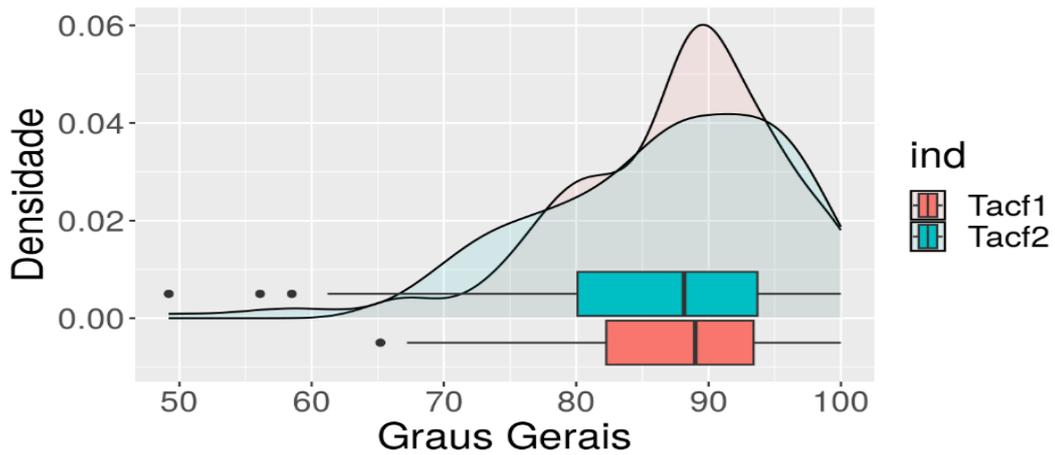


Figura 8: Graus das finais dos TACF's de 2020 e 2021.

Fonte: Os autores.

A comparação pareada requer a verificação da hipótese de normalidade para as diferenças dos graus finais do TACF de antes do confinamento (TACF-1 de 2020) e do TACF após a conclusão do mesmo (TACF-2 de 2021). A Figura 9 mostra o *boxplot*, a curva de densidade empírica e a curva normal para as diferenças dos graus finais do TACF-2 de 2021 e TACF-1 de 2020, ou seja, os graus finais do TACF-2 subtraídos dos graus finais do TACF-1.

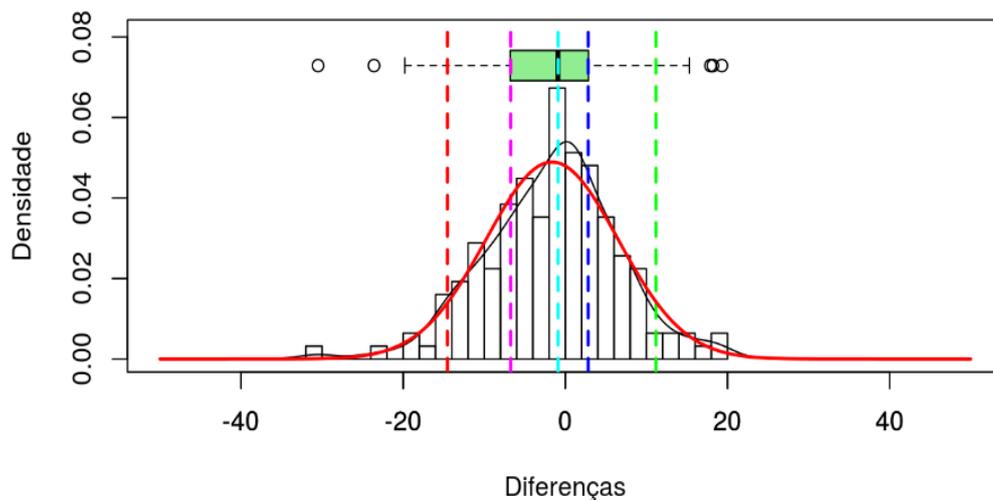


Figura 9 Diferenças dos graus finais dos TACFs: curva empírica, curva normal com parâmetros estimados e boxplot.

Fonte: Os autores.



Analisando a Figura 9, observa-se que a mediana das diferenças entre o TACF-2 de 2021 e o TACF-1 de 2020, nessa ordem, está localizada antes do valor zero. Logo, 50% das diferenças analisadas têm o valor do segundo TACF menor que o primeiro TACF, resultando em valores menores que 0 (zero). Também pode-se observar, qualitativamente, a concordância entre a curva normal, a curva de densidade empírica e a simetria do histograma. De forma mais sistemática, a aplicação do Teste de *Shapiro-Wilk* às diferenças fornece a estatística do teste $W= 0.9904$ e valor $p = 0.3718$. Portanto, não há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade dos dados ao nível de significância de 5%.

Apesar das observações qualitativas para as diferenças, é necessário utilizar o teste t pareado para verificar se o resultado observado pode ser atribuído ao acaso ou se há evidências estatísticas para suportar a hipótese de que as diferenças observadas são significativas. O teste t pareado, realizado utilizando o *Software RPosit*, com variâncias distintas, resultou em um valor- p igual a 0,01329, com número de graus de liberdade igual a 155 para um média das diferenças -1,634615. O intervalo de confiança calculado foi [-2,9238113, -0,3454195] com 95%.

Os resultados do teste t indicam que a hipótese nula de igualdade entre as médias antes e após o isolamento, ou seja, TACF-1 e TACF-2, deve ser rejeitada em favor da hipótese alternativa. Isso significa que há evidências para suportar que a diferença entre os graus do segundo TACF de 2021 e do primeiro TACF de 2020 é significativa.

A análise estatística descritiva e os testes de hipótese dos dados revelaram que a maioria dos cadetes teve um melhor desempenho físico no TACF realizado antes do isolamento do que no TACF realizado após o fim do confinamento social. Esse resultado pode estar relacionado a diversas variáveis, como a restrição de movimento, a ausência de um acompanhamento direto e contínuo de um profissional de Educação Física e a própria infecção pela Covid-19. Além disso, é importante ressaltar que o segundo ano teve uma exigência física maior do que o primeiro ano nos TACFs, pois, para obter grau 5 (cinco), os cadetes precisaram fazer mais repetições de flexões e abdominais e correr uma distância maior em 12 (doze) minutos no TACF-2 de 2021 do que no TACF-1 de 2020.

O resultado é concordante com aqueles da pesquisa de Schipman *et al.* (2022), que também analisaram o desempenho físico de indivíduos antes e depois do isolamento provocado pelo novo coronavírus e concluíram que o rendimento dos atletas mundiais estudados sofreu um declínio considerável após meses de confinamento. Radziminski *et al.* (2021) também concluíram que a equipe de jogadores de futebol, *Ekstraklasa* polonesa, tiveram uma redução significativa da performance após o período de isolamento. Assim, pode-se supor que o período de reclusão sanitária em virtude da Covid-19, afetou os condicionamentos físicos e bom preparo físico dos indivíduos.



Conclusão

Este estudo investigou os impactos nos desempenhos físicos dos cadetes da Turma Orthrus, por meio da análise dos TACFs realizados em 2020 e 2021, período no qual os cadetes passaram por uma reclusão sanitária devido ao avanço da Covid-19.

De acordo com a análise estatística descritiva, e com base nos testes de normalidade e hipótese, os resultados do segundo TACF de 2021, apresentaram uma redução do desempenho físico dos cadetes quando comparado ao primeiro TACF de 2020. Esses resultados podem ser atribuídos a uma variedade de fatores, como a restrição de movimento durante o isolamento, a falta de um acompanhamento direto de profissionais de Educação Física e possíveis sequelas físicas decorrentes da contaminação pela Covid-19.

Os resultados destacam a importância do acompanhamento e suporte adequados durante períodos desafiadores, como o vivenciado durante a pandemia. No entanto, é importante destacar que o estudo foi restrito aos cadetes do terceiro ano (ano de início da pandemia), o que limita a generalização dos resultados. Também, é necessário destacar que outros fatores, tais como fatores psicológicos, podem ter influenciado os desempenhos físicos, mas não foram considerados no presente artigo.

Dessa forma, sugere-se que pesquisas futuras ampliem o escopo do estudo, envolvendo uma amostra representativa dos outros anos de formação e que outros fatores relevantes, como aspectos psicológicos e carga de treinamento individual sejam considerados. Por fim, é necessário observar que os elementos abordados no artigo não esgotam o tema, pois uma análise de cada um dos elementos de atividade e graus ainda pode ser realizada. Também é interessante determinar qual das atividades foi mais impactada pelas modificações da rotina.

Referências

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA. **Sobre a AFA: Missão, Visão e Valores**. Apresenta a missão, a visão e os valores da Academia da Força Aérea Brasileira. Pirassununga: 2021. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/afa/index.php/sobre-a-afa/missao-visao-e-valores>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Educação física e desportos: **NSCA 54-3: Teste de Avaliação do Condicionamento Físico no Comando da Aeronáutica**. Brasília, DF: 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Ensino. **ICA 37-897: Normas Reguladoras para os Cursos de Formação de Oficiais da Academia da Força Aérea**, DF: 2021a.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da aeronáutica. Departamento de Saúde da Aeronáutica. **PCA 160-1: Plano de Contingenciamento Específico para Enfrentamento ao Novo Coronavírus**. Brasília, DF: 2020.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. **MCA 37-5: Plano de Avaliação da Academia da Força Aérea Volume I**. Brasília, DF: 2021.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Anderson-Darling and Shapiro-Wilk Tests**. Engineering statistics handbook. Gaithersburg, MD: 2012. Disponível em: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/prc/section2/prc213.htm>. Acesso em: 30 nov. 2022.



PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2.ed. Editora Feevale, 2013.

RADZIMIŃSKI, Łukasz et al. The Influence of COVID-19 Pandemic Lockdown on the Physical Performance of Professional Soccer Players: an Example of German and Polish leagues. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.18, n. 16, p. 87-96, 2021.

SCHELEDER, Renata M. **A Importância da Atividade Física no Âmbito Militar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, RJ: 2019. 25 p. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/6469/1/Cap_Renata%20Monteiro%20Schel%20eder.pdf. Acesso em: 21 jul. 2022.

SCHIPMAN, Julien et al. The COVID-19 Pandemic Impact on the Best Performers in Athletics and Swimming among Paralympic and Non-Disabled Athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 2022. DOI: 10.23736/s0022-4707.22.13365-7

WICKHAM, Hadley; ÇETINKAYA-RUNDEL, Mine; GROLEMUND, Garret. **R para Data Science: Importe, arrume, transforme, visualize e modele dados**. Traduzido por Samantha Batista. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books. 2019.



Anexo A

Os dados aqui apresentados são aqueles resultantes do processo de pareamento e são mostrados de forma aleatória e sem identificação.

```
#estrutura de decisão combinada com comando de instalação
```

```
if(!require(ggplot2)){install.packages("ggplot2")}
```

```
if(!require(tidyverse)){install.packages("tidyverse")}
```

```
file=getwd()
```

```
setwd(file)
```

```
#leitura da planilha 1 convertida para .csv
```

```
df1=read.table("Dados1.csv",sep=";",dec=".",header = T)
```

```
df2=read.table("Dados1.csv",sep=";",dec=".",header = T)
```

```
#eliminação de NAs
```

```
dfNo=na.omit(df1)
```

```
df2No=na.omit(df2)
```

```
# pareamento. os números são omitidos intencionalmente.
```

```
nrow1=nrow(dfNo)
```

```
nrow2=nrow(df2No)
```

```
NumFromTest1=dfNo$Num
```

```
NumFromTest2=df2No$Num
```

```
RowIndice1=c()
```

```
RowIndice2=c()
```

```
for (i in 1:nrow1){
```

```
  for (j in 1:nrow2){
```

```
    if (NumFromTest1[i]==NumFromTest2[j]){
```

```
      RowIndice1 = c(RowIndice1,i)
```

```
      RowIndice2 = c(RowIndice2,j)  }}}
```

```
# dataframe com valores pareados
```

```
dfNoRestrict=dfNo[RowIndice1,]
```

```
df2NoRestrict=df2No[RowIndice2,]
```

```
# os valores pareados são mostrados a seguir na forma de arquivo .csv
```



```
# função para gráficos
```

```
library(ggplot2)
```

```
GraphicTcc=function(v1,v2,nomes,nomexAxis){
```

```
  #forneça os vetores de dados v1 e v2
```

```
  #v1: vetor de dados do teste 1
```

```
  #v2: vetor de dados do teste 2
```

```
  #forneça o nome de cada um dos vetores 1 e 2 na ordem em que aparecem
```

```
  #nomexAxis: nome a ser colocado no eixo x
```

```
  dfx1=data.frame(v1,v2);names(dfx1)=nomes
```

```
  dfx1=stack(dfx1)
```

```
  ggplot(dfx1,          # Overlaid densities
```

```
    aes(x = values,
```

```
        fill = ind))+# +geom_histogram(aes(y=..density..), position="identity", alpha=0.5)+
```

```
  geom_density(alpha = 0.1)+geom_boxplot(data=dfx1,width=valorW)+
```

```
  labs(title="",x=nomexAxis, y = "Densidade")+theme(text = element_text(size = 20))
```

```
}
```

```
# gráficos: utilizar a função anterior. omitido intencionalmente.
```

```
...
```

```
...
```

```
...
```

```
#
```

```
#function to histogram and boxplot for differences
```

```
ToPlotHistBox=function(x1,ylim=c(0,0.2),xlabel){
```

```
  xlimites=c(-50,50); y1limites=c(0,1); vlwd=2;vltly=2
```

```
  hist(x1,breaks=20,prob = T,main="",ylim=ylim,xlab=xlabel,ylab=c("Densidade"),xlim=xlimites)
```

```
  D1 = density(x1)
```

```
  lines(D1,lty=1)
```

```
  boxplot(x1, horizontal = T, at = max(ylim)*.9, boxwex = 0.015, add = T, col = "light green")
```

```
  par(new=T)
```

```
  density(x1)
```

```
  abline(v = quantile(x1,c(.05)),col="red",lty=vltly,lwd=vlwd,)
```

```
  abline(v = quantile(x1,c(.25)),col="magenta",lty=vltly,lwd=vlwd)
```

```
  abline(v = quantile(x1,c(.5)),col="cyan",lty=vltly,lwd=vlwd)
```



```
abline(v=quantile(x1,c(.75)),col="blue",lty=vlty,lwd=vlwd)
abline(v=quantile(x1,c(.95)),col="green",lty=vlty,lwd=vlwd)}
xlabel=c("Diferenças")
yvalorparaDuasAmostras=0.081
ToPlotHistBox(x1=diffFinalGrade,ylimit=c(0,yvalorparaDuasAmostras),xlabel)
par(new=T)
x=seq(-50,50,.1)
plot(x,dnorm(x,mean=mean(diffFinalGrade),sd(diffFinalGrade)),xlim=c(-
50,50),ylim=c(0,yvalorparaDuasAmostras), type = "l", lwd = 2, axes = FALSE, xlab = "", ylab =
"",col="red")

#shapiro test
w=shapiro.test(diffFinalGrade)
w

#paired t test
t.test(df2NoGrades$GrauFinal,dfNoGrades$GrauFinal,paired = TRUE,var.equal=FALSE, alternative =
"two.sided")
```

A seguir os dados após pré-processamento-sem identificações e mostrados em forma aleatória para o número de linhas. Os itens nomeados “Nome1” são referentes ao primeiro teste enquanto que os nomeados com “Nome2” são referentes ao segundo teste; a letra “N” precedendo o nome indica a quantidade executada na respectiva atividade, enquanto que “Grau” refere-se ao grau obtido devido execução da referida quantidade.

```
"NFlexao1","GrauFlexao1","NAbd1","GrauAbd1","NCorrida1","GrauCorrida1","GrauFinal1","NFlexao2","GrauFlexao2",
"NAbd2","GrauAbd2","NCorrida2","GrauCorrida2","GrauFinal2"
```

```
47,78.2,65,100,3100,99,92.4,44,71.4,62,92,2900,80,81.1
```

```
52,85,67,100,3100,99,94.7,56,87,71,100,3120,99,95.3
```

```
65,100,53,76,2670,63,79.7,50,79.2,49,66,2220,23,56.1
```

```
44,100,54,95.4,2000,40,78.5,46,100,51,86.1,1970,36,74
```

```
65,100,69,100,3080,97.5,99.2,58,89.6,66,100,3000,89,92.9
```

```
49,81,60,90,3100,99,90,41,67.3,56,80,2790,71,72.8
```

```
66,100,63,96,2750,70,88.7,55,85.7,59,86,2690,63,78.2
```

```
54,100,52,90.8,2190,56,82.3,58,100,60,100,2400,72,90.7
```

```
57,91.8,64,98,2950,86.5,92.1,72,100,75,100,3010,90,96.7
```

```
50,100,62,100,2320,67,89,44,97.2,58,100,2340,67,88.1
```

```
56,90.5,74,100,2840,77,89.2,59,90.9,71,100,2830,74.5,88.5
```

```
52,85,70,100,3060,96,93.7,53,83.1,71,100,2930,83,88.7
```

```
48,79.6,65,100,2700,65.5,81.7,56,87,71,100,2950,84.5,90.5
```

```
60,95.9,68,100,2820,76,90.6,46,74,64,96,2670,61,77
```



70,100,74,100,3240,100,100,52,81.8,70,100,3180,100,93.9
43,72.8,78,100,3000,91,87.9,50,79.2,75,100,2910,81,86.7
67,100,58,86,2820,76,87.3,57,88.3,49,66,2700,63.5,72.6
37,65,50,70,2640,60.5,65.2,46,74,59,86,2580,53,71
71,100,67,100,2900,82,94,70,100,69,100,3030,91,97
35,74.8,52,90.8,1960,37,67.5,35,72,50,83.8,2200,55,70.3
60,95.9,61,92,2890,81.5,89.8,48,76.6,52,72,2940,84,77.5
64,100,60,90,2900,82,90.7,70,100,59,86,2920,82,89.3
45,75.5,62,94,2820,76,81.8,62,94.8,65,98,2830,74.5,89.1
58,93.2,62,94,2890,81.5,89.6,40,66,64,96,2730,66,76
44,74.2,61,92,2670,63,76.4,71,100,66,100,2980,87,95.7
78,100,71,100,3190,100,100,67,100,69,100,3010,90,96.7
53,86.4,63,96,2870,80,87.5,57,88.3,61,90,2680,62,80.1
53,100,55,97.7,2420,76,91.2,58,100,62,100,2500,80.5,93.5
40,68.7,69,100,2740,69,79.2,66,100,73,100,2630,58,86
42,71.4,58,86,2660,62,73.1,59,90.9,57,82,2720,65,79.3
58,93.2,60,90,2880,81,88.1,58,89.6,68,100,2950,84.5,91.4
46,100,70,100,2320,67,89,45,100,70,100,2440,75.5,91.8
46,76.9,71,100,3030,93,90,66,100,67,100,2860,77,92.3
55,89.1,58,86,2750,70,81.7,67,100,66,100,3030,91,97
51,83.7,74,100,2810,75,86.2,52,81.8,71,100,2700,63.5,81.8
70,100,66,100,2520,84,94.7,55,100,58,100,2610,90,96.7
52,85,67,100,2900,82,89,57,88.3,78,100,2960,85,91.1
40,68.7,65,100,2960,87,85.2,58,89.6,66,100,3090,96,95.2
57,91.8,64,98,2710,66,85.3,47,75.3,59,86,2720,65,75.4
58,93.2,62,94,2890,81.5,89.6,50,79.2,54,76,2750,68,74.4
80,100,71,100,3210,100,100,75,100,80,100,3220,100,100
57,91.8,63,96,2920,84,90.6,62,94.8,66,100,3120,99,97.9
49,81,62,94,2840,77,84,45,72.7,56,80,2730,66,72.9
66,100,68,100,3110,100,100,63,96.1,70,100,3000,89,95
55,89.1,65,100,2830,76.5,88.5,44,71.4,66,100,2710,64,78.5
50,82.3,72,100,3000,91,91.1,32,55.4,70,100,2700,63.5,73
49,81,68,100,2750,70,83.7,65,98.7,66,100,2670,61,86.6
56,90.5,72,100,2790,73,87.8,59,90.9,70,100,2750,68,86.3
70,100,64,98,2980,89,95.7,72,100,62,92,3090,96,96
46,76.9,57,84,2900,82,81,38,63.4,63,94,2930,83,80.1
42,71.4,59,88,2800,74,77.8,47,75.3,58,84,2910,81,80.1



53,100,62,100,2510,83,94.3,54,100,60,100,2630,91.5,97.2
60,100,56,100,2400,74,91.3,60,100,68,100,2470,78,92.7
55,89.1,55,80,3070,97,88.7,59,90.9,70,100,3080,95.5,95.5
46,100,57,100,2490,82,94,50,100,55,95.4,2390,71,88.8
41,70,59,88,2900,82,80,56,87,66,100,2870,78,88.3
47,78.2,67,100,2970,88,88.7,45,72.7,68,100,2940,84,85.6
52,85,65,100,3010,92,92.3,76,100,68,100,3050,93,97.7
49,81,58,86,2590,56,74.3,57,88.3,68,100,2820,74,87.4
59,94.6,65,100,2820,76,90.2,56,87,71,100,2750,68,85
56,90.5,68,100,2820,76,88.8,43,70,59,86,2550,51,69
50,82.3,61,92,3220,100,91.4,45,72.7,66,100,3230,100,90.9
32,58.7,52,74,2880,81,71.2,54,84.4,63,94,3000,89,89.1
70,100,72,100,3130,100,100,67,100,70,100,3080,95.5,98.5
55,89.1,66,100,2860,79,89.4,53,83.1,62,92,2780,70,81.7
64,100,66,100,2900,82,94,66,100,68,100,2820,74,91.3
50,82.3,55,80,2810,75,79.1,67,100,68,100,2720,65,88.3
51,83.7,73,100,3020,92.5,92.1,77,100,80,100,2950,84.5,94.8
50,82.3,68,100,2860,79,87.1,44,71.4,68,100,2800,72,81.1
60,95.9,65,100,2990,90,95.3,88,100,72,100,2880,79,93
73,100,72,100,2930,85,95,68,100,66,100,2910,81,93.7
52,85,75,100,3040,94,93,68,100,75,100,2980,87,95.7
48,79.6,60,90,2760,70.5,80,39,64.7,64,96,2720,65,75.2
53,86.4,66,100,2810,75,87.1,40,66,64,96,2630,58,73.3
47,78.2,61,92,3130,100,90.1,57,88.3,65,98,3130,100,95.4
49,81,69,100,2700,65.5,82.2,66,100,75,100,2900,80,93.3
55,89.1,78,100,2890,81.5,90.2,60,92.2,70,100,2830,74.5,88.9
37,65,63,96,2780,72,77.7,57,88.3,72,100,2700,63.5,83.9
65,100,68,100,2900,82,94,52,81.8,70,100,2890,79.5,87.1
46,76.9,59,88,2820,76,80.3,40,66,57,82,2770,69,72.3
45,75.5,70,100,2900,82,85.8,56,87,67,100,2840,75,87.3
55,89.1,69,100,2830,76.5,88.5,51,80.5,70,100,2720,65,81.8
53,86.4,50,70,2800,74,76.8,51,80.5,50,68,2900,80,76.2
44,100,54,95.4,2000,40,78.5,34,70,53,90.8,2070,44,68.3
72,100,68,100,3040,94,98,53,83.1,62,92,2850,76,83.7
50,82.3,59,88,2760,70.5,80.3,52,81.8,58,84,2760,68.5,78.1
40,68.7,63,96,2670,63,75.9,56,87,60,88,2640,58.5,77.8
65,100,64,98,2760,70.5,89.5,57,88.3,70,100,2870,78,88.8



64,100,68,100,2440,44,81.3,56,100,60,100,2590,88,96
45,75.5,76,100,2850,78,84.5,53,83.1,53,74,2750,68,75
60,95.9,64,98,2830,76.5,90.1,63,96.1,65,98,2750,68,87.4
47,78.2,64,98,2820,76,84.1,46,74,60,88,2830,74.5,78.8
49,100,60,100,2230,60,86.7,52,100,64,100,2460,77,92.3
65,100,53,76,2670,63,79.7,45,72.7,49,66,2050,9,49.2
66,100,70,100,3200,100,100,66,100,71,100,3150,100,100
49,100,62,100,2660,96,98.7,45,100,55,95.4,2200,55,83.5
50,82.3,68,100,2620,59,80.4,60,92.2,66,100,2690,63,85.1
63,100,66,100,2870,80,93.3,67,100,71,100,2910,81,93.7
57,91.8,68,100,2990,90,93.9,76,100,73,100,2950,84.5,94.8
57,91.8,71,100,2750,70,87.3,50,79.2,59,86,2600,55,73.4
72,100,70,100,2870,80,93.3,60,92.2,67,100,2810,73,88.4
71,100,76,100,3140,100,100,65,98.7,76,100,3100,97,98.6
70,100,66,100,2730,68,89.3,74,100,66,100,2610,56,85.3
53,100,48,81.5,2230,60,80.5,50,100,47,76.9,2330,66,81
65,100,69,100,2700,65.5,88.5,58,89.6,64,96,2740,67,84.2
42,71.4,56,82,3130,100,84.5,55,85.7,62,92,3150,100,92.6
55,89.1,63,96,2810,75,86.7,66,100,67,100,2870,78,92.7
63,100,73,100,3200,100,100,66,100,73,100,3180,100,100
56,90.5,60,90,2910,83,87.8,44,71.4,61,90,3020,90.5,84
59,94.6,81,100,2960,87,93.9,51,80.5,75,100,2980,87,89.2
71,100,54,78,2790,73,83.7,72,100,68,100,2870,78,92.7
44,74.2,64,98,2800,74,82.1,47,75.3,66,100,2990,88,87.8
70,100,62,94,2730,68,87.3,76,100,70,100,2730,66,88.7
48,79.6,59,88,3120,100,89.2,50,79.2,63,94,3270,100,91.1
46,76.9,65,100,2910,83,86.6,66,100,69,100,2860,77,92.3
45,75.5,65,100,2610,58,77.8,55,85.7,69,100,2920,82,89.2
39,67.5,68,100,2590,56,74.5,36,60.7,65,98,2590,54,70.9
58,93.2,73,100,3060,96,96.4,52,81.8,69,100,2870,78,86.6
70,100,77,100,2910,83,94.3,66,100,77,100,2940,84,94.7
60,95.9,65,100,3020,92.5,96.1,60,92.2,48,64,3100,97,84.4
48,100,56,100,2280,64,88,50,100,60,100,2580,87,95.7
70,100,66,100,3000,91,97,81,100,67,100,3120,99,99.7
47,78.2,68,100,2850,78,85.4,73,100,64,96,3100,97,97.7
50,100,58,100,2600,91,97,50,100,48,79.2,2570,86.5,88.6
47,78.2,55,80,2750,70,76.1,48,76.6,61,90,2910,81,82.5



44,100,44,72.3,2240,61,77.8,56,100,60,100,2590,88,96
50,82.3,66,100,2660,62,81.4,50,79.2,56,80,2680,62,73.7
57,100,62,100,2540,86,95.3,50,100,74,100,2610,90,96.7
54,87.8,65,100,2880,81,89.6,50,79.2,60,88,2780,70,79.1
42,71.4,64,98,2830,76.5,82,42,68.7,71,100,2650,59,75.9
46,76.9,66,100,3010,92,89.6,49,77.9,58,84,3100,97,86.3
43,97.2,40,63.3,2010,41,67.2,29,57.5,44,70,2110,48,58.5
43,97.2,40,63.3,2010,41,67.2,42,91.6,42,65.6,2120,48.5,68.6
57,100,51,88.5,2490,82,90.2,63,100,56,97.7,2400,72,89.9
70,100,67,100,3170,100,100,63,96.1,57,82,3130,100,92.7
56,90.5,70,100,2850,78,89.5,45,72.7,57,82,3110,98,84.2
39,67.5,64,98,2600,57,74.2,30,52.7,56,80,2550,51,61.2
61,97.3,60,90,2880,81,89.4,66,100,66,100,2850,76,92
51,83.7,70,100,2890,81.5,88.4,51,80.5,77,100,2850,76,85.5
70,100,65,100,2910,83,94.3,67,100,66,100,2920,82,94
56,90.5,62,94,2910,83,89.2,59,90.9,52,72,2910,81,81.3
50,100,61,100,2510,83,94.3,68,100,67,100,2720,99,99.7
66,100,72,100,2710,66,88.7,53,83.1,66,100,2580,53,78.7
53,100,59,100,2630,93.5,97.8,50,100,63,100,2740,100,100
46,76.9,58,86,2740,69,77.3,54,84.4,67,100,2700,63.5,82.6
46,76.9,63,96,2810,75,82.6,45,72.7,50,68,2700,63.5,68.1
60,95.9,63,96,3000,91,94.3,64,97.4,50,68,3040,92,85.8
43,72.8,73,100,3330,100,90.9,39,64.7,66,100,3260,100,88.2
45,100,59,100,2550,87,95.7,50,100,57,100,2570,86.5,95.5
65,100,68,100,2930,85,95,72,100,70,100,2940,84,94.7
75,100,65,100,2810,75,91.7,70,100,66,100,2680,62,87.3
46,76.9,70,100,2830,76.5,84.5,52,81.8,68,100,2840,75,85.6
78,100,70,100,3070,97,99,73,100,65,98,3190,100,99.3
58,93.2,73,100,3140,100,97.7,62,94.8,66,100,3060,94,96.3
60,95.9,68,100,2830,76.5,90.8,41,67.3,69,100,2940,84,83.8
61,97.3,62,94,2890,81.5,90.9,57,88.3,60,88,2710,64,80.1