



ACADEMIA MILITAR

A Preparação Física antes do Tirocínio para Oficial de Infantaria e a Variação da Fadiga

Aspirante de Infantaria João Carlos Arcângelo da Fonseca

Trabalho de Investigação Aplicada

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria

Orientador: Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida

Coorientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Coorientador: Capitão de Infantaria André Filipe Pinto da Fonseca

Júri

Presidente do Júri: Professor Jorge Paulo Alves Torres

Arguente: Tenente-Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto de Lucena

Orientador: Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Infantaria Roberto Martins Mariano

Junho, 2024



ACADEMIA MILITAR

A Preparação Física antes do Tirocínio para Oficial de Infantaria e a Variação da Fadiga

Aspirante de Infantaria João Carlos Arcângelo da Fonseca

Trabalho de Investigação Aplicada

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria

Orientador: Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida

Coorientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Coorientador: Capitão de Infantaria André Filipe Pinto da Fonseca

Júri

Presidente do Júri: Professor Jorge Paulo Alves Torres

Arguente: Tenente-Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto de Lucena

Orientador: Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Infantaria Roberto Martins Mariano

Junho, 2024

EPÍGRAFE

“A coisa boa duma guerra é que um dia podemos acordar todos mortos,
e assim já não temos de escrever.”

– Ernest Hemingway

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que marcaram a minha passagem por esta Casa,
Levo-vos para a vida.

AGRADECIMENTOS

A realização do Trabalho de Investigação Aplicada é o culminar do percurso académico realizado na Academia Militar, sendo uma etapa que, tal como o percurso realizado até este ponto, exige bastante esforço, dedicação e devoção. Como tal, completar esta etapa seria impossível sem a ajuda de todos aqueles, desde cedo, se mostraram prontamente disponíveis para me apoiar.

Começo por agradecer aos meus camaradas do curso de Infantaria, pela imensa disponibilidade, tempo e prontidão dedicados à participação nesta investigação. A colaboração e empenho de um de vocês foi indispensável para o sucesso deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida, por toda a direção e foco, bem como pela disponibilidade de conhecimento, tempo e recursos imprescindíveis para o desenrolar deste trabalho.

Ao meu coorientador, Capitão André Filipe Pinto da Fonseca pela disponibilidade e atenção dispensadas para o desenvolvimento desta investigação.

À minha coorientadora, Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões por todo o apoio direcionado na área da estatística e do tratamento e análise de dados.

A todos os camaradas e amigos do Curso Marechal Manuel de Oliveira Gomes da Costa que me acompanharam nesta passagem pela Academia Militar, em especial aos de Infantaria, com quem passei por momentos tão marcantes.

Por último, à minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente desde o início deste longo percurso.

RESUMO

O Tirocínio Para Oficial de Infantaria é o culminar da instrução prática dos Aspirantes Alunos de Infantaria na sua passagem pela Academia Militar, sendo caracterizado pela forte vertente física associada ao mesmo. Assim, é fundamental perceber como varia a fadiga durante o mesmo e como é que a preparação física pode influenciar a variação da mesma.

O objetivo geral desta investigação é perceber como é que a preparação física antes do Tirocínio influencia a variação da fadiga durante o mesmo. Para atingir o objetivo proposto, seguiu-se uma metodologia indutiva, usando-se como amostra o Tirocínio do ano letivo 23/24. Estes elementos realizaram diversas medições referentes à variabilidade da frequência cardíaca antes e durante o tirocínio e registaram as horas de sono na véspera das medições. Foram ainda recolhidas as notas de treino físico base e treino físico de aplicação militar no 4º e 5º ano e feito uma avaliação da carga de treino de cada dia do tirocínio. Para além da recolha de dados foi ainda feita uma extensa revisão de literatura, tendo como base bibliografia especializada na área em estudo.

De acordo com as variáveis analisadas e tendo em conta as relações estabelecidas entre as mesmas foi possível perceber que, apesar de a capacidade física geral referente ao treino físico base não ter tido variações significativas do 4º para o 5º ano, a capacidade física específica para o âmbito militar, avaliada de acordo com o treino físico de aplicação militar, teve um aumento significativo do 4º para o 5º ano. Foi ainda possível concluir que o treino físico realizado antes do tirocínio parece ter o efeito desejado na preparação física para o mesmo, uma vez que os dados sugeriram que apenas um dos catorze participantes entrou num estado de sobressolicitação.

PALAVRAS CHAVE: TPOI; Preparação Física; Fadiga; Carga de Treino; Sobressolicitação.

ABSTRACT

The Infantry Officer Training is the culmination of the practical training for Infantry Cadets during their time at the Military Academy, characterized by its strong physical component. Thus, it is crucial to understand how fatigue varies during the training and how physical preparation can influence this variation.

The main objective of this investigation was to understand how physical preparation before the Training influences the variation of fatigue during the training. To achieve this objective, an inductive methodology was followed, using the Infantry Officer Training of the 2023/2024 academic year as a sample. These participants performed various measurements related to heart rate variability before and during the training and recorded their sleep hours on the eve of the measurements. Additionally, physical training grades, both basic and military application, were collected for the 4th and 5th years, and the training load for each day of the training was evaluated. Besides data collection, an extensive literature review was conducted based on specialized bibliography in the study area.

According to the analyzed variables and considering the relationships established among them, it was possible to understand that, despite the general physical capacity related to basic physical training not showing significant variations from the 4th to the 5th year, the specific physical capacity for the military field, evaluated according to the military application physical training, had a significant increase from the 4th to the 5th year. It was also possible to conclude that the physical training conducted before the Infantry Officer Training seems to have the desired effect on physical preparation for it, as the data suggested that only one of the fourteen participants entered a state of overreaching.

KEY WORDS: TPOI; Physical Preparation; Fatigue; Training Load; Overreaching.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1. Capacidades Físicas	3
1.1.1. Força.....	4
1.1.2. Resistência.....	5
1.1.3. Velocidade.....	6
1.2. Treino Físico.....	7
1.2.1. Treino Físico Base.....	7
1.2.2. Treino Físico de Aplicação Militar	9
1.3. Fadiga e Carga de Treino.....	11
1.3.1. O que é a carga de treino?	12
1.3.1.1. Carga de Treino Interna.....	12
1.3.1.2. Carga de Treino Externa	13
1.3.1.3. Carga de Treino e Sobressolicitação	13
1.3.2. O que é a fadiga?	14
1.3.3. Carga de Treino e Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	15
1.4. O Tirocínio para Oficial de Infantaria	17
1.4.1. Caracterização da Carga de Treino durante o TPOI	19
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA.....	21
2.1. Abordagem, Técnicas e Procedimentos	21
2.2. Objetivo Geral e Objetivos Específicos	21
2.3. Pergunta de Partida e Perguntas Derivadas.....	22
2.4. Amostra: Composição e Justificação	22
2.5. Métodos Estatísticos Usados	23

2.6. Procedimentos Formais e Éticos	24
CAPÍTULO 3. MÉTODOS E MATERIAIS.....	25
3.1. Instrumentos de Medição	25
3.2. Protocolos de Recolha de Dados	25
3.2.1. Protocolo para a recolha de FCR e HRV	25
3.2.2. Protocolo para o registo das horas de sono	26
3.2.3. Nota das avaliações físicas.....	26
3.3. Tratamento de Dados de VFC	26
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	27
4.1. Treino Físico	27
4.1.1. Treino Físico Base.....	27
4.1.2. Treino Físico de Aplicação Militar	30
4.2. Carga de Treino.....	31
4.3. Horas de Sono	33
4.4. Frequência Cardíaca.....	33
4.4.1. FCR	33
4.4.2. VFC	35
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	37
5.1. Carga de Treino VS Sono	37
5.2. Relação Ln VS R-R.....	38
5.3. Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R	40
5.4. Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R.....	43
5.4. Relação TF e Fadiga.....	45
CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
APÊNDICES	I
Apêndice A – FCR Semanal Por Indivíduo	I

Apêndice B – VFC Por Indivíduo	VI
Apêndice C – Rácio Ln/R-R Por Indivíduo	XI
Apêndice D – Rácio Ln/R-R Por Dia Por Indivíduo.....	XVI
Apêndice E – Relação Carga De Treino Vs Rácio Ln/R-R Por Indivíduo	XXI
Apêndice F – Relação Horas De Sono Vs Rácio Ln/R-R Por Indivíduo	XXVI

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Relação entre as capacidades físicas condicionais.	3
Figura 2 - Curva da relação força – tempo.....	5
Figura 3 - Carga - Adaptação – Efeito.	13
Figura 4 - Modelo hipotético de sobretreino.	14
Figura 5 - Imagem de um eletrocardiograma.	15
Figura 6 - Sistema nervoso parassimpático e sistema nervoso simpático.....	16
Figura 7 - VFC ao longo do tempo.	17
Figura 8 - Notas TFB 4º Ano VS 5º Ano	27
Figura 9 - Notas de TFB 4º Ano VS 5º Ano, por indivíduo.....	28
Figura 10 - Provas TFA 4º Ano VS 5º Ano	29
Figura 11 - Notas TFAM 4º Ano VS 5º Ano	30
Figura 12 - Notas TFAM 4º Ano VS 5º Ano	31
Figura 13 - Variação da Carga de Treino por semana.....	32
Figura 14 - Variação da média de horas de sono semanal	33
Figura 15 - Média semanal FCR grupo	34
Figura 16 - Variação Semanal Ln Grupo	36
Figura 17 - Carga de Treino VS Horas de Sono	37
Figura 18 - Relação Rácio Ln/R-R - Indiv 14.....	38
Figura 19 - Relação Rácio Ln/R-R - Indiv 5.....	39
Figura 20 - Rácio Ln/R-R por dia - Indiv 5	39
Figura 21 - Rácio Ln/R-R por dia - Indiv 14	40
Figura 22 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R – Grupo	41
Figura 23 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R - Indiv 5.....	42
Figura 24 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R - Indiv 14.....	42
Figura 25 - Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R.....	43
Figura 26 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R - Indiv 5.....	44
Figura 27 – Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R - Indiv 14	45
Figura 28 - Variação FCR Indiv 1.....	I
Figura 29 - Variação FCR Indiv 2.....	I
Figura 30 - Variação FCR Indiv 3.....	II
Figura 31 - Variação FCR Indiv 4.....	II

Figura 32 - Variação FCR Indiv 5	II
Figura 33 - Variação FCR Indiv 6.....	III
Figura 34 - Variação FCR Indiv 7.....	III
Figura 35 - Variação FCR Indiv 8.....	III
Figura 36- Variação FCR Indiv 9.....	IV
Figura 37 - Variação FCR Indiv 10.....	IV
Figura 38 - Variação FCR Indiv 11.....	IV
Figura 39 - Variação FCR Indiv 12.....	V
Figura 40 - Variação FCR Indiv 13.....	V
Figura 41 - Variação FCR Indiv 14.....	V
Figura 42 - Variação Semanal Ln - Indiv 1.....	VI
Figura 43 - Variação Semanal Ln - Indiv 2.....	VI
Figura 44 - Variação Semanal Ln - Indiv 3.....	VII
Figura 45 - Variação Semanal Ln - Indiv 4.....	VII
Figura 46 - Variação Semanal Ln - Indiv 5.....	VII
Figura 47 - Variação Semanal Ln - Indiv 6.....	VIII
Figura 48 - Variação Semanal Ln - Indiv 7.....	VIII
Figura 49 - Variação Semanal Ln - Indiv 8.....	VIII
Figura 50 - Variação Semanal Ln - Indiv 9.....	IX
Figura 51 - Variação Semanal Ln - Indiv 10.....	IX
Figura 52 - Variação Semanal Ln - Indiv 11.....	IX
Figura 53 - Variação Semanal Ln - Indiv 12.....	X
Figura 54 - Variação Semanal Ln - Indiv 13.....	X
Figura 55 - Variação Semanal Ln - Indiv 14.....	X
Figura 56 – Rácio Ln/R-R Indiv 1	XI
Figura 57 – Rácio Ln/R-R Indiv 2	XI
Figura 58 – Rácio Ln/R-R Indiv 3	XII
Figura 59 – Rácio Ln/R-R Indiv 4	XII
Figura 60 – Rácio Ln/R-R Indiv 5	XII
Figura 61 – Rácio Ln/R-R Indiv 6	XIII
Figura 62 – Rácio Ln/R-R Indiv 7	XIII
Figura 63 – Rácio Ln/R-R Indiv 8	XIII
Figura 64 – Rácio Ln/R-R Indiv 9	XIV
Figura 65 – Rácio Ln/R-R Indiv 10	XIV

Figura 66 – Rácio Ln/R-R Indiv 11	XIV
Figura 67 – Rácio Ln/R-R Indiv 12	XV
Figura 68 – Rácio Ln/R-R Indiv 13	XV
Figura 69 – Rácio Ln/R-R Indiv 14	XV
Figura 70 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 1	XVI
Figura 71 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 2	XVI
Figura 72 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 3	XVII
Figura 73 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 4	XVII
Figura 74 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 5	XVII
Figura 75 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 5	XVIII
Figura 76 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 6	XVIII
Figura 77 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 7	XVIII
Figura 78 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 8	XIX
Figura 79 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 9	XIX
Figura 80 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 10	XIX
Figura 81 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 11	XX
Figura 82 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 12	XX
Figura 83 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 13	XX
Figura 84 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 1	XXI
Figura 85 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 2	XXI
Figura 86 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 3	XXII
Figura 87 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 4	XXII
Figura 88 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 5	XXII
Figura 89 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 6	XXIII
Figura 90 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 7	XXIII
Figura 91 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 8	XXIII
Figura 92 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 9	XXIV
Figura 93 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 10	XXIV
Figura 94 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 11	XXIV
Figura 95 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 12	XXV
Figura 96 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 13	XXV
Figura 97 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 14	XXV
Figura 98 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 1	XXVI
Figura 99 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 2	XXVI

Figura 100 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 3	XXVII
Figura 101 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 4.....	XXVII
Figura 102 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 5.....	XXVIII
Figura 103 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 6.....	XXVIII
Figura 104 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 7.....	XXIX
Figura 105 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 8.....	XXIX
Figura 106 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 9.....	XXX
Figura 107 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 10.....	XXX
Figura 108 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 11.....	XXXI
Figura 109 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 12.....	XXXI
Figura 110 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 13.....	XXXII
Figura 111 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 14.....	XXXII

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Provas físicas avaliadas em TFB na AM	8
Tabela 2 - Pistas de Obstáculos a realizar em TFAM na AM.....	9
Tabela 3 - MarFor a realizar em TFAM na AM	10
Tabela 4 - Métodos de medir a carga de treino interna.....	12
Tabela 5 - Métodos de medir a carga de treino externa	13
Tabela 6 - Distribuição dos Tempos Escolares durante o TPOI	18
Tabela 7 - Intensidade da carga definida pela NATO	19
Tabela 8 - Descrição dos níveis de intensidade da carga no TPOI	20
Tabela 9 - Caracterização Sociodemográfica da Amostra	23
Tabela 10 - Notas de TFB 4º Ano VS 5º Ano.....	28
Tabela 11 - Provas de TFB por ano.....	29
Tabela 12 - Notas TFAM 5º Ano	31
Tabela 13 - Média semanal FCR grupo	35
Tabela 14 - Média Semanal Ln Grupo	36

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – FCR Semanal Por Indivíduo

Apêndice B – VFC Por Indivíduo

Apêndice C – Rácio Ln/R-R Por Indivíduo

Apêndice D – Rácio Ln/R-R Por Dia Por Indivíduo

Apêndice E – Relação Carga De Treino Vs Rácio Ln/R-R Por Indivíduo

Apêndice F – Relação Horas De Sono Vs Rácio Ln/R-R Por Indivíduo

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AM	– Academia Militar
AMR	– Alteração Mínima Relevante
ATP	– Adenosina-Trifosfato
Bpm	– Batimentos por Minuto
CAU	– Combate em Áreas Urbanas
EA	– Escola das Armas
EME	– Estado Maior do Exército
ENP	– Estágio de Natureza Profissional
FC	– Frequência Cardíaca
FCR	– Frequência Cardíaca de Repouso
FGMTT	– Formação Geral Militar Tática e Técnica
Indiv	– Indivíduo
IUM	– Instituto Universitário Militar
Kg/m ²	– Quilogramas por Metro Quadrado
kgs	– Quilogramas
Ln	– Logaritmo Natural
MarCor	– Marchas Corridas
MarFor	– Marchas Forçadas
Méd. Mov. Sem.	– Média Móvel Semanal
NATO	– North Atlantic Treaty Organization
NEP	– Norma de Execução Permanente
OE	– Objetivo Específico
OG	– Objetivo Geral
PD	– Pergunta Derivada
PP	– Pergunta de Partida
PSE	– Perceção Subjetiva de Esforço
REFE	– Referencial de Educação Física do Exército
rMSSD	– raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais
SFEFDE	– Secção de Formação de Educação Física Desportos e Equitação
SNA	– Sistema Nervoso Autónomo
SNC	– Sistema Nervoso Central

TF – Treino Físico

TFAM – Treino Físico de Aplicação Militar

TFB – Treino Físico Base

TIA – Trabalho de Investigação Aplicado

TPOI – Tirocínio Para Oficial de Infantaria

TRIMP – Impulso de Treino

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

VO₂ - Volume de Oxigénio

INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) está inserido no programa curricular do mestrado integrado em Ciências Militares, na especialidade de Infantaria, ministrado pela Academia Militar (AM), tendo sido desenvolvido no âmbito do treino físico militar, subordinado ao tema “A preparação física antes do Tirocínio Para Oficial de Infantaria e a variação da fadiga”.

A vida militar sempre foi caracterizada por tarefas de elevada componente física, como deslocamentos apeados de distâncias variadas, preparação de posições defensivas e trincheiras, transporte de feridos e cargas, assalto a posições, etc.. Estes tipos de atividades no campo de batalha exigem que o militar seja dotado de uma capacidade e robustez físicas acima da média, que lhe permita realizar estas tarefas e manter-se apto para o combate (Alvar et al., 2017). Dentro dos exércitos houve, no entanto, uma especialização no que diz respeito às tarefas executadas por cada militar, levando à criação de diferentes armas e serviços, com diferentes objetivos e, conseqüentemente, menos tarefas.

A Infantaria é a arma do Exército que mais se caracteriza por tarefas de elevada exigência física. As atividades típicas da Infantaria incluem marchas longas, patrulhas, combate corpo a corpo e transporte de equipamento pesado, etc., todas exigindo um esforço físico constante. Refletindo esta exigência física imposta às unidades de Infantaria, o Tirocínio Para Oficial de Infantaria (TPOI), envolve uma carga horária extensa com instruções práticas e teórico-práticas.

Este envolvimento contínuo em tarefas desgastantes leva a um alto nível de desgaste físico, exigindo assim aos Aspirantes Alunos que frequentam o TPOI uma elevada capacidade física. Assim a capacidade de resistir ao cansaço é fundamental, uma vez que os Aspirantes Alunos de Infantaria frequentemente trabalham em condições de fadiga e cansaço acumulado. A repetição diária de atividades físicas pesadas sem tempo suficiente para recuperação resulta na acumulação de fadiga, tornando a resiliência física e mental essenciais para continuar a instrução.

Devido a esta carga física existente é importante perceber como é que o treino físico antes do TPOI melhor pode preparar os Aspirantes Alunos para o mesmo e como é que esta preparação física influencia a variação da fadiga ao longo do mesmo, de maneira a que se possa dar primazia ao treino das capacidades físicas que se traduzem numa melhor gestão da fadiga durante o TPOI. Tendo em conta esta linha de raciocínio, foi definido como

Objetivo Geral “Perceber como é que a preparação física antes do TPOI pode influenciar a variação da fadiga ao longo do TPOI”. De maneira a atingir este objetivo é necessário avaliar a preparação física dos Aspirantes Alunos, a carga física durante o TPOI e a variação da fadiga durante o TPOI, para posteriormente estabelecer uma comparação entre estas variáveis. Assim, foram definidos os seguintes Objetivos Específicos:

OE 1. Perceber a condição física dos Aspirantes Alunos antes e durante o TPOI.

OE 2. Perceber quais os períodos do TPOI com maior carga física associada.

OE 3. Perceber quais os períodos do TPOI com maior variação da fadiga.

OE 4. Perceber a relação entre a variação da carga física e a variação da fadiga.

OE 5. Perceber se os resultados nas provas físicas se relacionam com a variação da fadiga.

Definidos os OE foi então definida a Pergunta de Partida, com o intuito de direcionar esta investigação, tendo-se definido a mesma como “Como é que a preparação física antes do TPOI influencia a variação da fadiga durante o TPOI?”.

Em termos estruturais e de formatação este TIA seguiu a Norma de Execução Permanente (NEP) 522/1ª da AM, publicada pela AM em 20 de Janeiro de 2016, tendo 5 capítulos mais as conclusões finais. No primeiro capítulo, a revisão da literatura, é realizada uma revisão e explicação dos conceitos mais importantes, começando por uma contextualização sobre as capacidades físicas, seguida da explicação do que é o treino físico e a carga de treino e fadiga. Após isto é descrito o TPOI. Finda a revisão de literatura segue-se o segundo capítulo, a metodologia, no qual é descrita a abordagem utilizada para o tratamento de dados, a caracterização e seleção da amostra e os procedimentos formais e éticos. No terceiro capítulo, materiais e métodos, são abordados os materiais utilizados para recolher os dados bem como os protocolos seguidos. No quarto e quinto capítulo são apresentados e discutidos os resultados, respetivamente, sendo apresentados todos os dados recolhidos durante a investigação e discutida a relação entre as diversas variáveis, comparando com o conhecimento já apurado na revisão de literatura. Por último foram explanadas as conclusões desta investigação bem como as limitações da investigação e recomendações futuras. Posteriormente, na parte pós-textual, são expostos os apêndices e anexos de relevância para este trabalho.

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Capacidades Físicas

As capacidades físicas são atributos ou qualidades motoras base do corpo humano que são treináveis e que permitem a realização de diversos movimentos e ações. As capacidades podem ser divididas em capacidades físicas, capacidades condicionais e coordenativas.

As capacidades condicionais têm este nome porque condicionam as restantes e estão associadas a processos metabólicos, energéticos e plásticos. Podem ser definidas como capacidades condicionais a força, a resistência, a velocidade e a flexibilidade, sendo que as mesmas estão correlacionadas, resultando em diferentes variações das mesmas (Cunha, 2016).



Figura 1- Relação entre as capacidades físicas condicionais
Fonte: Rama, 2016.

As capacidades coordenativas dependem sobretudo do sistema nervoso central (SNC), sendo determinadas principalmente pelos processos de regulação, organização e controlo do movimento (Cunha, 2016). Exemplos destas capacidades são a capacidade de reação ou a de coordenação motora (Rama, 2016).

Ao longo dos próximos subcapítulos serão analisadas as capacidades físicas com maior relevância para esta investigação.

1.1.1. Força

A força pode ser definida como a capacidade de um músculo ou grupo muscular vencer uma resistência externa (Rama, 2016). Este processo resulta da interação do SNC com as propriedades fisiológicas e anatómicas do músculo (Alvar et al., 2017). A força pode ser dividida em três tipos principais: a força máxima, a força rápida e a força resistente.

A força máxima é definida como “o valor mais elevado de força que o sistema neuromuscular é capaz de produzir contra uma resistência inamovível independentemente do fator tempo” (Borges, 2017, p. 72).

A força rápida diz respeito ao valor máximo de força que o sistema neuromuscular consegue produzir num determinado espaço de tempo (Borges, 2017). Esta força pode ser dividida em força explosiva, que é a taxa máxima de força produzida durante a totalidade do movimento (Borges, 2017), e potência muscular, que é o produto entre a força e a velocidade, sendo a sua expressão máxima a conjugação ótima entre estes dois fatores (Carvalho & Carvalho, 2006).

A força resistente é a capacidade de manter um dado de nível de força submáximo durante um movimento repetido continuamente durante um período de tempo prolongado (Alvar et al., 2017).

Relacionando os tipos de força com o gráfico da curva força-tempo, é possível identificar os diferentes tipos de força no mesmo. No gráfico seguinte podemos ver como a força máxima corresponde ao valor mais alto alcançado na escala da força. A potência muscular é representada pelo ponto do gráfico no qual a reta tem maior declive, representando assim o ponto de maior produção de força por unidade de tempo. A força explosiva é a inclinação média do gráfico desde o início do movimento até ao ponto de força máxima.

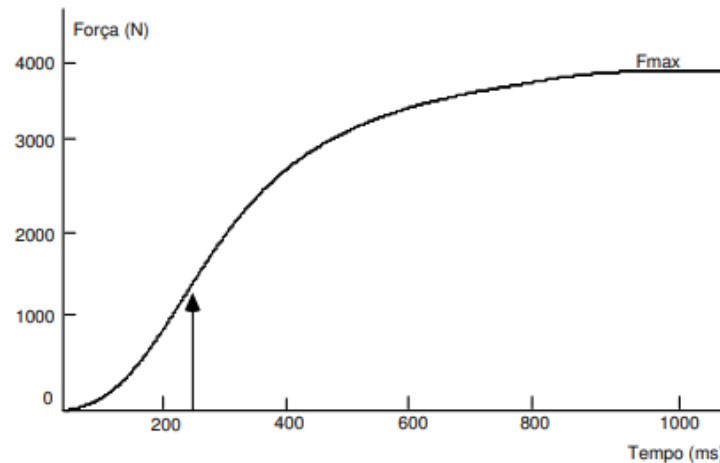


Figura 2 - Curva da relação força – tempo
Fonte: Mil-Homens (2005).

A força pode ainda ser analisada como força absoluta, ou seja, relação da capacidade de produzir força com a área transversal do músculo, ou força relativa, que é a relação entre a força absoluta de um indivíduo e o seu peso corporal (Borges, 2017).

1.1.2. Resistência

A resistência é um conceito geral que relaciona a capacidade de realizar esforços prolongados de maneira eficiente com a capacidade de resistir à fadiga. Assim, a resistência pode ser definida como a capacidade psicofísica de um indivíduo de resistir e/ou retardar o aparecimento da fadiga em esforços superiores a 20 segundos (Borges, 2017; Cunha, 2016; Rama, 2016).

A resistência pode-se manifestar de diversas formas: em função da participação do sistema muscular (geral ou local), de acordo com a solicitação metabólica (aeróbia ou anaeróbia), de acordo com o regime de contração muscular (estática ou dinâmica), quanto à situação competitiva (geral ou específica), em função da duração da carga (curta, média ou longa) e ainda em função da sua relação com outras capacidades (resistência da força e resistência da velocidade) (Borges, 2017; Cunha, 2016).

O metabolismo aeróbico do corpo está relacionado com o sistema cardiorrespiratório e com a produção de Adenosina-Trifosfato (ATP) por parte dos músculos pelo que a capacidade de funcionar a alto nível do sistema aeróbico depende da capacidade de fazer chegar oxigénio aos músculos – através do sistema cardiorrespiratório – e na capacidade de os músculos utilizarem esse oxigénio para a produção de ATP. O VO_{2max} é a maneira mais

comum de medir esta capacidade, podendo ser definido como a capacidade máxima de oxigénio que o corpo consegue utilizar num determinado período (Alvar et al., 2017).

O $VO_2\text{max}$ pode ser medido de forma direta ou de forma indireta. Quando medido de forma direta, esta medição faz-se em testes de esforço incrementais nos quais, enquanto o atleta realiza o teste, se mede o fluxo de ar utilizado pelo atleta bem como o oxigénio consumido, com recurso a aparelhos sofisticados, caros e que requerem uma aplicação especializada. A medição direta, apesar de mais fiável, é muitas das vezes substituída pela medição indireta, devido às desvantagens apresentadas. Na medição indireta são realizados testes máximos ou submáximos dos quais se extrapola valores para converter e chegar a um valor aproximado de $VO_2\text{max}$ (Borges, 2017). Existem diversos protocolos para avaliar a capacidade de $VO_2\text{max}$ de forma indireta, sendo um deles o teste de *Cooper*, desenvolvido em 1968 por Kennet Cooper. Este teste consiste na realização de 12 minutos de corrida, a uma intensidade máxima, numa superfície plana, findos os quais se regista a distância percorrida. Após isso aplica-se a distância percorrida na fórmula e obtém-se o $VO_2\text{max}$ estimado.

1.1.3. Velocidade

A Física, define a velocidade como o tempo que um corpo demora a percorrer uma distância. Por outro lado, na vertente desportiva, a velocidade está associada com o fazer no menor tempo possível, pelo que pode ser definida como “a capacidade de um atleta para realizar ações no menor espaço de tempo possível e com o máximo de eficácia” (Rama, 2016, p. 69). A velocidade, enquanto ação motora, pode ser dividida em categorias, tendo por base a quantidade de manifestações da velocidade (elementar ou integral), a quantidade de elementos corporais implicados (segmentar ou global), da quantidade de movimentos realizados (acíclica ou cíclica) ou em função das condições ambientais (simples ou complexa). A velocidade pode ainda manifestar-se de diferentes formas, como o tempo de reação, a velocidade de execução, a capacidade de aceleração, a velocidade máxima e a velocidade resistente (Borges, 2017).

Relacionada com velocidade, que se pressupõe ser realizada em linha reta e sem alterações de direção, surge a capacidade de fazer movimentos rápidos, com alterações de direção e/ou ritmo. A esta capacidade chamados de agilidade, que pode ser definida como “a capacidade para mudar eficientemente de direção num movimento realizado em velocidade, mantendo a precisão de movimentos e o controlo do seu corpo.” (Borges, 2017, p. 90).

1.2. Treino Físico

O treino físico (TF) é um conceito que relaciona o planejamento e a atividade física com vista ao aumento do desempenho de um atleta, podendo assim ser definido como “um tipo de atividade física que consiste em realizar movimentos corporais de forma planejada, estruturada e repetida com o objetivo de melhorar ou manter uma ou mais capacidades físicas”(ACSM, 2010). Já o Referencial de Educação Física do Exército (REFE) define o treino físico como sendo “o conjunto de atividades que têm por objetivo a preparação física segundo um programa pré-estabelecido” (EME, 2002, p. 1-2).

Estando o TPOI inserido no formação e treino do Exército, importa perceber os conceitos que regem o treino físico dentro do mesmo. O treino físico, como visto anteriormente, visa desenvolver a aptidão física, que, segundo o REFE pode ser definida, para o militar, como “um conjunto de qualidades físicas, psicológicas, sociais e culturais que, assentes na prática permanente do exercício físico e influentes na estruturação do seu comportamento motor, se consideram indispensáveis ao desempenho das diferentes missões que lhe podem ser confiadas.” (EME, 2002, p. 1-2). A área do treino físico responsável pelo desenvolvimento da aptidão física nos militares é a educação física militar que pode ser entendida como o conjunto de atividades que procuram “preparar física, psíquica, social e culturalmente os militares, numa perspetiva de formação global do homem, e que, concorrendo para o fortalecimento do seu moral, tornam-nos mais aptos para o desempenho das missões que lhes possam vir a ser confiadas” (EME, 2002, p. 1-2).

A AM, como escola de formação dos futuros oficiais do Exército, é a principal responsável pela preparação física dos Aspirantes Alunos antes do TPOI e divide o treino físico em duas áreas principais, o treino físico base (TFB) e o treino físico de aplicação militar (TFAM).

1.2.1. Treino Físico Base

O TFB visa, principalmente desenvolver aquelas que são as capacidades físicas base de um indivíduo, podendo ser definido como:

“Consiste num conjunto de atividades organizadas e planificadas que visam a preparação psicomotora dos alunos através da aplicação de exercícios (cargas de treino), com determinadas características de intensidade, volume, frequência e complexidade, de efeito generalizado ou, apenas, localizado, funcionando como estímulos capazes de originar modificações (adaptações) progressivas a todos os níveis (estrutural, funcional, neuromuscular e psicológico), com vista à aquisição do

melhor rendimento possível na futura função que o cadete, como oficial do quadro permanente, irá desempenhar. (SFEFDE, 2022b, p.4)”.

Na AM esta vertente do TF é avaliada segundo o Protocolo de Avaliação de TFB, onde estão explicadas as provas a executar bem como os critérios que regem as mesmas e as respetivas pautas de avaliação. Desde o ano letivo 2021/2022, as tabelas de avaliação diferem de ano para ano, sendo caracterizadas por uma exigência progressiva ao longo do percurso de um aluno na AM e variando consoante o sexo. Na tabela n.º 1 é possível verificar os valores de referência para um aluno do 4º ano, do sexo masculino, obter uma classificação de 10 e 20 valores na nota - referências estas que podem ser repetições executadas, o tempo decorrido de prova, os metros percorridos durante a prova ou os metros que a bola alcançou – e a capacidade física avaliada na respetiva prova.

Tabela 1 - Provas físicas avaliadas em TFB na AM

Prova Física	Capacidade Física Avaliada	Nota 10 Valores	Nota 20 Valores
Flexões de Braços na Trave	Força Resistente dos Membros Superiores	10 repetições	26 repetições
Extensões de Braços no Solo	Força Resistente dos Membros Superiores	50 repetições	87 repetições
Abdominais	Força Resistente Abdominal	52 repetições	102 repetições
Cooper	Resistência	2700 metros	3616 metros
Illinois Test	Agilidade	21,10 segundos	13,60 segundos
Lançamento da bola medicinal (9kg)	Potência dos Membros Superiores	280 centímetros	430 centímetros
Salto Horizontal	Potência dos Membros Inferiores	195 centímetros	275 centímetros
Prancha Dinâmica	Força Resistente Abdominal	65 segundos	202 segundos

Fonte: Adaptado de SFEFDE (2022a).

Na Escola das Armas (EA) o TFB do TPOI também é avaliado de acordo com o Protocolo de Avaliação de TFB, seguindo as tabelas de 4º ano no que diz respeito às relações

entre as repetições/metros e as notas. No entanto, na EA apenas são avaliadas 4 provas de TFB: as extensões de braços no solo, as flexões de braços no solo, os abdominais e o *Cooper*.

1.2.2. Treino Físico de Aplicação Militar

A atividade militar requer a realização de tarefas específicas relacionadas com o combate. Assim sendo o TFAM é o treino que visa a preparação para estas tarefas específicas, sendo definido como o “conjunto de actividades visando a aquisição, o desenvolvimento e a manutenção de determinados gestos, técnicas e capacidades psicomotoras preparatórias para o combate” (EME, 2002, p. 1-3).

Na AM a avaliação de TFAM avalia duas perspetivas, a destreza militar, com base na nota obtida na realização de pistas militares, e a robustez física e resiliência, através da realização de Marchas Forçadas (MarFor) com carga externa (SFEFDE, 2022b). As tabelas 2 e 3 mostram as avaliações e as condições para cada um dos anos da AM, sendo de destacar as provas realizadas no 4º ano, uma vez que são as provas avaliadas no ano imediatamente antes à realização do TPOI.

Tabela 2 - Pistas de Obstáculos a realizar em TFAM na AM

ANO	Pista de Obstáculos
1º	Módulo Pista de 200m c/ Equipamento
2º	Módulo MARCOR com tarefas (Apróx. 6km)
3º	Módulo Pista de 500m c/ equipamento
4º	Módulo Pista de Triatlo AM c/ Equipamento
Notas: O Cadete deve estar equipado com colete táctico (c/ carregadores vazios), capacete, arma e cantil/camelbak cheio de água.	

Fonte: SFEFDE (2022b).

Tabela 3 - MarFor a realizar em TFAM na AM

ANO	Marchas Forçadas	
	Carga Externa (mochila)	Distância
1º	7 kg	8 km
2º	12 kg	8 km
3º	17 kg	8 km
4º	25 kg	8km
Notas: Para além da Carga que transporta na mochila, o Cadete deve estar equipado com colete tático (c/ carregadores vazios), capacete, arma e cantil/camelbak cheio de água.		

Fonte: SFEFDE (2022a).

A MarFor é uma prova na qual se percorre um percurso realizando marcha num ritmo acelerado e transportando carga externa (mochila), que visa desenvolver a resistência e força dos membros inferiores (EME, 2002; SFEFDE, 2022b). O percurso é realizado com a carga descrita na tabela n.º 3, ao longo de um percurso de 8 kms que deve ser concluído em menos de 73 minutos, sendo o resultado da avaliação apenas dado como “apto” ou “não apto”.

A Pista de Triatlo AM é uma pista de obstáculos com 1200 metros de extensão na qual se realizam 16 obstáculos que exige o recurso a capacidades físicas como a força, a potência aeróbia, a capacidade anaeróbia, a agilidade, o equilíbrio e a coordenação (Almeida, 2022). Segundo a SFEFDE (2022a) os obstáculos podem ser divididos da seguinte forma:

- a. Obstáculos de força: muro de assalto, mesa irlandesa, espaldar, paliçada e fosso;
- b. Obstáculos de equilíbrio: trave de equilíbrio, rampa com amarra, muro e rastejar;
- c. Obstáculos de decisão: pórtico e túnel;
- d. Tarefas de combate: lançamento de granadas para 3 alvos e tiro nas posições de pé, de joelhos e deitado.

A pista inicia-se com a execução de 5 disparos na posição de pé, seguido de um percurso de 400 metros que contempla os seguintes obstáculos: espaldar, trave de equilíbrio, rampa com amarra, paliçada, muro, lançamento de granadas para três alvos e ultrapassagem do pórtico. Após a realização dos obstáculos segue-se a segunda sessão de tiro, desta vez na posição de joelhos. Após esta sessão de tiro, é realizado um percurso, com cerca de 600 metros, no qual se realizam os restantes obstáculos: rastejar, muro de assalto, fosso, mesa irlandesa e túnel. Por último realiza-se a terceira sessão de tiro, na posição de deitado, antes

de percorrer 50 metros até ao fim da prova. Nesta prova, o objetivo de tempo para elementos masculinos são 10 minutos e 0 segundos, correspondendo a 20 valores, sendo que a marca mínima para obter 10 valores são 15 minutos e 14 segundos.

Relativamente ao TFAM na EA, este é avaliado em duas provas distintas, a execução da Pista Molhada, e uma MarCor. Na MarCor, o Aspirante Aluno, terá de percorrer um percurso, previamente definido, e preferencialmente a correr, envergando o uniforme e a sua espingarda automática. O percurso tem 8kms de comprimento e 120 metros de desnível, sendo composto por 4 voltas a um circuito de 2 kms. Para obter 20 valores de nota este percurso deve ser realizado em 36 minutos, sendo que a nota de 10 valores corresponde a 48 minutos.

A Pista Molhada é uma pista de obstáculos com cerca de 300 metros que, à semelhança da pista de triatlo AM, também exige o recurso a diferentes capacidades físicas como a força, a potência aeróbia, a capacidade anaeróbia, a agilidade, o equilíbrio e a coordenação. Esta pista é feita de camuflado, através da execução de uma volta a um percurso que conta com os seguintes obstáculos: salto para o galho, paliçada, muro, vala, passagem do pórtico, muro das osgas, travessia de um tanque de água, túnel labirinto, salto da manilha, rastejar submerso, poldras móveis e salto de um muro para a água. O tempo de execução para 20 valores são 2 minutos e 30 segundos e para 10 valores são 4 minutos.

Para além destas duas componentes, foram ainda consideradas para a nota de TFAM do TPOI as MarCor realizadas no âmbito das provas do módulo de avaliação A2 – provas de aplicação – Infantaria, que se caracterizam pela realização de percursos entre 13 e 33 kms, em marcha e corrida, envergando o seu uniforme e transportando o seu equipamento individual, nomeadamente o colete tático, capacete e espingarda automática.

1.3.Fadiga e Carga de Treino

O treino físico, conforme visto anteriormente, visa estimular o corpo de maneira a induzir alterações que levem a um aumento das capacidades físicas. Estes estímulos são denominados de carga de treino e, para além do melhoramento das capacidades físicas, produzem também fadiga. A fadiga é um fenómeno complexo e multifatorial que pode ser definido segundo várias perspetivas, no entanto é, de maneira geral, definida como o declínio induzido pelo treino físico na capacidade de realizar uma dada tarefa (Bestwick-Stevenson et al., 2021). Assim, podemos concluir que a fadiga resulta, não só, mas também, da carga de treino induzida num atleta.

1.3.1. O que é a carga de treino?

A carga de treino pode ser definida como o “conjunto dos estímulos a que os atletas se submetem durante o processo de preparação desportiva” (Rama, 2016). A carga de treino pode ser medida de acordo com a carga interna e a carga externa. A carga externa é a carga definida pelo trabalho feito pelo atleta, como a distância percorrida num determinado tempo ou o peso levantado, e é independente das características do atleta. Já a carga interna diz respeito ao impacto da carga no atleta e a sua influência nas dimensões fisiológicas e psicológicas do atleta (Cunha, 2016; Halson, 2014). Para a gestão do treino e para uma melhor compreensão do impacto do mesmo num atleta interessa fazer um seguimento e controlo dos dois tipos de carga uma vez que a mesma carga externa pode representar cargas internas diferentes para um mesmo atleta, dependendo do estado de fadiga do mesmo antes da aplicação da carga (Maupin et al., 2019).

1.3.1.1.Carga de Treino Interna

A carga de treino interna pode ser medida de acordo com diversas variáveis. Na tabela seguinte estão representados alguns exemplos dessas variáveis bem como uma explicação de cada uma delas.

Tabela 4 - Métodos de medir a carga de treino interna

Método	Descrição
PSE (Percepção Subjetiva de Esforço)	Avaliação subjetiva do atleta face ao esforço a que acabou de ser submetido.
Frequência Cardíaca (FC)	Medição da frequência cardíaca do atleta ao longo do período de esforço. Por norma é avaliada segundo percentagens da frequência cardíaca máxima.
Impulso de Treino (TRIMP)	É uma medida de esforço físico calculada com base na duração do treino e na frequência cardíaca máxima, média e de descanso durante o mesmo.
Concentrações de Lactato	A concentração de lactato no sangue varia de acordo com a execução de exercício físico, sendo possível caracterizar a intensidade do exercício com base na variação da mesma.
Recuperação da Frequência Cardíaca	É a velocidade de retorno na frequência cardíaca a um estado basal após o término do exercício físico e melhora com o aumento da capacidade física do atleta. Sofre alterações com a acumulação de fadiga.
Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)	Pode ser medida em descanso ou após o exercício físico e demonstra ter relação com alterações positivas e negativas do treino. A sua variação pode refletir o estado de fadiga de um atleta.
Horas de Sono	A falta de horas de sono pode ter impactos significativos na capacidade de recuperação e de performance de um atleta. Monitorizar as mesmas permite perceber onde pode haver maiores acumulações de fadiga devido à falta de descanso.

Fonte: Adaptado de Halson (2014).

1.3.1.2.Carga de Treino Externa

Tal como a carga de treino interna, também a carga de treino externa pode ser medida de acordo com diversas variáveis. A tabela seguinte representa alguns exemplos de como medir a carga externa e a sua respetiva explicação.

Tabela 5 - Métodos de medir a carga de treino externa

Variável	Descrição
Distância	Distância total percorrida.
Tempo	Tempo sobre carga.
Velocidade	Velocidade na qual foram feitos os deslocamentos durante o treino.
Sprints	Número de sprints realizados numa sessão de treino.
Repetições	Número de repetições de um dado exercício realizado no treino.
Carga Levantada	Calculado multiplicando o número de repetições de um exercício pela carga levantada no exercício.

Fonte: Adaptado de Maupin et al. (2019).

1.3.1.3.Carga de Treino e Sobressolicitação

Conforme visto anteriormente, aplicação de carga de treino num indivíduo visa induzir estímulos que o levem desenvolver as suas capacidades físicas, mas também resulta em fadiga. A aplicação de um estímulo num atleta resulta na indução de *stress* no organismo do mesmo, que irá causar fadiga, reduzindo a capacidade de performance do atleta. Em resposta ao *stress* causado pelo estímulo, o corpo vai reagir de maneira a regressar ao seu estado basal de homeostasia, no entanto, este estado basal vai ser superior, em termos de capacidade de performance, ao estado basal inicial, o que resulta do mecanismo de sobrecompensação, conforme pode ser visto na figura 3.

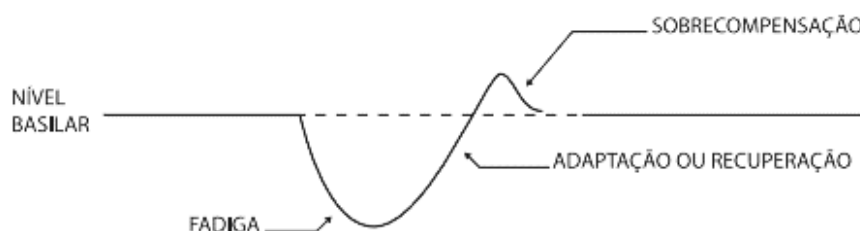


Figura 3 - Carga - Adaptação – Efeito
Fonte: Cunha (2016).

Para que estas alterações aconteçam é preciso, no entanto, que o atleta tenha condições para recuperar, de forma a que o corpo volte a atingir o estado de homeostasia. Quando isto não acontece, e são fornecidas cargas de treino demasiado elevadas, o atleta acumula fadiga, podendo entrar num estado de sobressolicitação. A sobressolicitação pode ser descrita como o decréscimo da capacidade de performance a curto prazo, resultante da acumulação de stress resultante do treino, mas não só, que pode ou não ter sintomatologia fisiológica e psicológica relacionada com o sobretreino, e que pode ser restaurado ao fim de alguns dias ou semanas (Kreider et al., 1998). Quando esta acumulação de stress passa a resultar num decréscimo de performance a longo prazo, onde a restauração dessa performance demorará várias semanas ou meses a ocorrer passamos a falar de *overtraining* (Kreider et al., 1998). Assim, identificar períodos de sobressolicitação torna-se importante uma vez que permite identificar reduções na performance que podem ser corrigidas de maneira relativamente fácil e rápida e que poderão levar ao aumento da performance através da sobrecompensação(Rama, 2016), conforme demonstrado na figura 4.

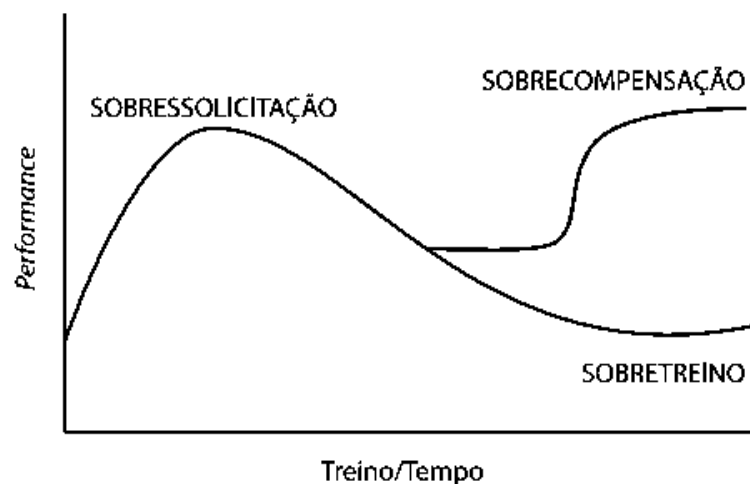


Figura 4 - Modelo hipotético de sobretreino
Fonte: Rama (2016).

1.3.2. O que é a fadiga?

Conforme referido anteriormente, a fadiga é um fenómeno multifatorial que, não só se relaciona com o declínio da capacidade física, mas que também está relacionada com alterações a nível fisiológico e neurológico (Bestwick-Stevenson et al., 2021). Analisando a componente neurológica da fadiga, ou seja, o impacto da carga de treino nos mecanismos

neurofisiológicos do corpo, podemos definir a fadiga como uma redução da ação dos nervos eferentes nos músculos, resultando no declínio do *output* força ou potência como parte de um processo controlado pelo sistema nervoso central (Gibson et al., 2003). Assim, podemos afirmar que a carga de treino a que um indivíduo é sujeito tem influência no estado do seu sistema nervoso. Uma vez que é o sistema nervoso que controla a VFC, mais especificamente o sistema nervoso autônomo (SNA), é possível medir a fadiga através das alterações na VFC (Dong, 2016).

A fadiga pode ainda ser relacionada com o sono. O sono é essencial para que o corpo humano possa recuperar dos esforços a que é sujeito, sendo que a falta do mesmo afeta, severamente, o processo de recuperação de um indivíduo. Para além de afetar a recuperação, a falta de sono afeta ainda a capacidade de executar tarefas físicas e cognitivas ao nível a que seria esperado para um dado indivíduo. Assim, podemos concluir que a falta de sono está relacionada com o aumento da fadiga (Miller et al., 2007; Weeks et al., 2010).

1.3.3. Carga de Treino e Variabilidade da Frequência Cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é a variação do tempo entre cada batimento cardíaco, R-R, conforme demonstrado na figura 5, e está relacionada com o estado do SNA que por sua vez pode indicar períodos de *overtraining* ou de excesso de fadiga (Plews et al., 2012). De maneira simples, o princípio base da medição da VFC é avaliar o estado do SNA com base nas medições da VFC ao longo do tempo.

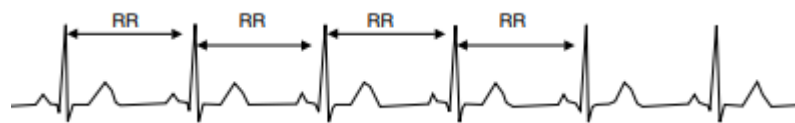


Figura 5 - Imagem de um eletrocardiograma
Fonte: Aubert et al. (2003).

O SNA pode ser dividido em dois sistemas que se completam, o sistema simpático e o sistema parassimpático, sendo o primeiro responsável por excitar o coração (aumentando o ritmo cardíaco), diminuindo a atividade gastrointestinal e restringindo os vasos sanguíneos, preparando o corpo para a atividade física, e o segundo pelas reações contrárias, relaxando o corpo e diminuindo a FC, conforme representado na figura 6 (Aubert et al., 2003). A FC de um indivíduo é controlada pelo SNA, sendo que a maior ou menor influência

de cada um dos sistemas, simpático e parassimpático, pode representar um maior ou menor estado de cansaço (Dong, 2016). Assim, a medição da VFC tem vindo a demonstrar ser um indicador com potencial para refletir o estado de fadiga de um dado indivíduo (Buchheit, 2014).

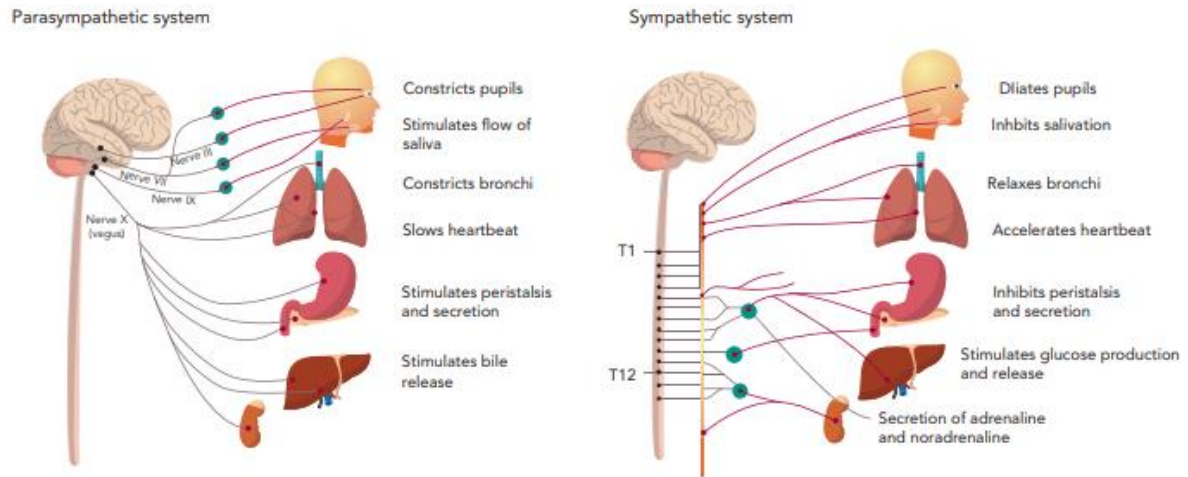


Figura 6 - Sistema nervoso parassimpático e sistema nervoso simpático
Fonte: Singh et al. (2018).

O SNA é, no entanto, bastante sensível a alterações do ambiente no qual são feitas as medições, pelo que é importante que estas sejam feitas sempre em condições normalizadas de dia para dia, de preferência em alturas do dia em que os estímulos são bastante reduzidos (Buchheit, 2014). Assim, a literatura sugere que as melhores condições para medir a VFC são ao acordar, durante períodos de 5 a 10 minutos (Plews et al., 2013; Stanley et al., 2013).

Relativamente ao indicador de VFC a monitorizar, os intervalos R-R podem ser convertidos em gráficos com a variação dos intervalos ao longo de uma dada medição, conforme demonstrado no gráfico 2, permitindo assim medir indicadores no domínio do tempo, como a rMSSD (raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R normais adjacentes) ou o SD1 (desvio-padrão da variabilidade instantânea do intervalo R-R batimento a batimento medido a partir de gráficos de Poincaré), parecem ser os mais apropriados uma vez que podem ser medidos em períodos tão reduzidos como 10 segundos e que não são influenciados pelo padrão respiratório durante as medições (Buchheit, 2014). Segundo Plews et al. (2012, 2013) consideram que, devido a possíveis distorções nas medições de VFC, a rMSSD deve ser considerada segundo o seu logaritmo natural (Ln), sendo assim analisada a variável Ln rMSSD.

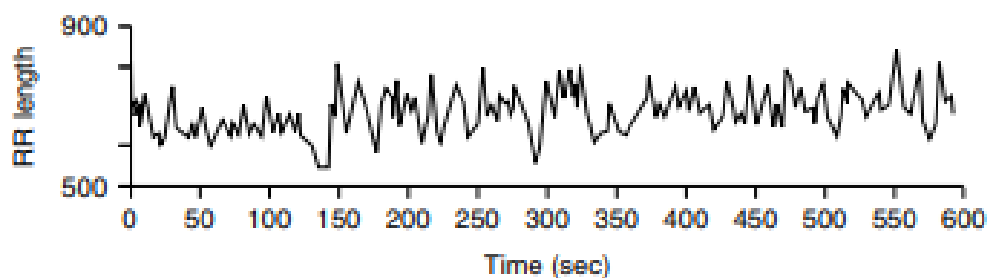


Figura 7 - VFC ao longo do tempo
Fonte: Aubert et al. (2003).

Devida à elevada variabilidade do Ln rMSSD é importante definir quais as alterações que são, ou não relevantes. Assim, segundo (Buchheit, 2014; Buchheit et al., 2010) e Plews et al. (2013), pode-se considerar que a alteração mínima relevante (AMR) na variação do Ln rMSSD é 0,2 vezes o desvio padrão de cada indivíduo.

Relativamente à periodicidade das medições a considerar, diversos estudos referem que a média semanal fornece uma representação mais consistente e fiável das alterações no sistema autónomo do atleta quando comparadas com medições diárias isoladas (Buchheit, 2014; Plews et al., 2012, 2013; Thorpe et al., 2017).

1.4. O Tirocínio para Oficial de Infantaria

O TPOI decorre maioritariamente na EA, em Mafra, e representa o último ano do Mestrado Integrado em Ciências Militares, na especialidade de Infantaria, da AM, tendo como finalidade fornecer uma formação orientada para a prática, de maneira a complementar a formação recebida na AM durante 4 anos. O TPOI é dividido em 2 unidades curriculares distintas, a Formação Geral Militar Tática e Técnica (FGMTT) e o Estágio de Natureza Profissional (ENP), sendo que o foco desta investigação foi o período correspondente à FGMTT, que é o período comumente designado de TPOI. O TPOI tem como principais objetivos habilitar os Aspirantes Alunos a exercer as funções de um subalterno nas unidades orgânicas de Infantaria, a exercer a função de formador na arma de Infantaria e “desenvolver ou manter o grau de desembaraço físico, resistência e rusticidade, indispensáveis ao cumprimento das missões de subalterno, a par da preparação técnico-militar e prática pedagógica necessárias à condução de uma instrução de educação física militar.” (Diretiva N.26 Tirocinio para Oficial das Armas, 2023). Com vista aos objetivos apresentados a

FGMTT está assim dividida em 14 módulos de avaliação e 5 não avaliativos, correspondentes a 840 tempos escolares.

Tabela 6 - Distribuição dos Tempos Escolares durante o TPOI

Área Curricular	Módulo	Número de tempos escolares		
		Práticos	Não Práticos	Total
A – Formação Específica	A1 – Provas de Aptidão - Infantaria	5	0	5
	A2 – Provas de Aplicação – Infantaria	12	0	12
B – Formação Técnica	B1 – Organização e Procedimentos, e ações comuns no PelAt de Infantaria	40	6	46
	B2 – Tarefas Críticas do PelAt	26	4	30
	B3 – Sapadores	26	0	26
	B4 – Transmissões	13	0	13
	B5 – Armamento	53	25	78
	B6 – Tiro Armas Ligeiras, Médias e Pesadas	72	25	97
C – Formação Tática	C1 – Pelotão de Atiradores nas Operações Defensivas	25	0	25
	C2 – Pelotão de Atiradores nas Operações Ofensivas	33	1	34
	C3 – Pelotão de Atiradores Mecanizados / VBR PANDUR	16	9	25
	C4 – Pelotão de Atiradores em CAU	23	0	23
	C5 – Pelotão de Atiradores em Patrulhas	33	2	35
	C6 – Operações Militares	301	0	301
D – Formação Complementar	D1 – Treino Físico Geral	45	0	45
	D2 – Treino Físico de Aplicação Militar			
	D3 – À disposição do Comando	17	3	20
	D4 – Jornadas de Integração	13	0	13
	D5 – Exercício de Nivelamento	12	0	12
Total de horas		765	75	840

Fonte: Diretiva N.26 Tirocinio Para Oficial Das Armas (2023)

Conforme apresentado na tabela anterior podemos concluir que 91% dos tempos escolares do TPOI são práticos, o que destaca a elevada componente prática deste período de formação, bem como a carga física associada ao dia a dia durante o mesmo. Os tempos escolares práticos podem variar entre progressões e deslocamentos táticos, ocupações de posições no terreno, assaltos a posições inimigas, construção de abrigos, limpeza de

edifícios, entre outros, sendo estas atividades sempre realizadas a carregar, pelo menos, o colete, o capacete e a arma, aos quais podem ainda acrescer a mochila e diverso material coletivo.

1.4.1. Caracterização da Carga de Treino durante o TPOI

Para a execução deste estudo interessou caracterizar a carga a que os militares estiveram expostos. Conforme visto anteriormente, a carga pode ser caracterizada interna ou externamente, devendo ser escolhidos os métodos que mais se adequam à situação em causa. Para a caracterização da carga externa no TPOI foi usada uma adaptação dos parâmetros definidos pela NATO (2013) no “Management of Heat and Cold Stress Guidance to NATO Medical Personnel” na qual a carga é definida em 3 categorias: leve, moderada e intensa, conforme representado na tabela seguinte.

Tabela 7 - Intensidade da carga definida pela NATO

Leve	Moderada	Intensa
• Manutenção de armamento • MarFor: em superfície dura a 4 km/h, <15kgs de carga • Treinos de ordem unida • Treino de tiro	• MarFor: em areia, a 4 km/h, sem carga • MarFor: em superfície dura, a 5,6 km/h, <18 kgs de carga • Patrulhamentos • Treino de Técnica Individual de Combate • Construção de posições defensivas	• MarFor: em superfícies duras, a 5,6 km/h, >18 kgs • MarFor: em areia, a 4 km/h, com carga • Assaltos a posições

Fonte: Adaptado de NATO (2013).

Com base na caracterização apresentada pela NATO, no planeamento das instruções do TPOI e do referencial de curso foi elaborada uma caracterização da carga assente em 5 categorias: muito leve, leve, moderada, intensa, muito intensa. Esta caracterização qualitativa permitiu que depois se convertesse a mesma numa caracterização quantitativa com 5 níveis de intensidade, sendo o 1 o mais baixo e o 5 o mais elevado, com o intuito de caracterizar a intensidade da carga externa durante o TPOI.

Tabela 8 - Descrição dos níveis de intensidade da carga no TPOI

Intensidade da Carga	Descrição da Carga
Muito Leve	• Instruções teóricas em sala de aula
Leve	• Manutenção de armamento • MarFor: superfície dura a 4 km/h, <15kgs de carga • Treino de tiro • Instruções teóricas no terreno • Execução de planos alerta/repouso
Moderada	• MarFor: em areia, a 4 km/h, sem carga • MarFor: em superfície dura, a 5,6 km/h, <18 kgs de carga • Patrulhamentos • Treino de Técnica Individual de Combate • Construção de posições defensivas • Treino físico
Intensa	• MarFor: em superfícies duras, a 5,6 km/h, >18 kgs • MarFor: em areia, a 4 km/h, com carga • Assaltos a posições • Treino intenso de Técnica Individual de Combate
Muito Intensa	• MarCor de avaliação: em superfície dura, >8km/h, < 10kgs de carga • MarFor:em superfície dura, > 6 km/h, > 25 kgs

Fonte: Elaboração própria, adaptado de NATO (2013).

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

2.1. Abordagem, Técnicas e Procedimentos

Os estudos científicos devem ser guiados por uma metodologia que oriente a sua linha de investigação e raciocínio. Assim, neste estudo foi seguida uma estratégia de investigação quantitativa que, segundo Henriques & Medeiros (2017), se baseia no uso de números para explicar os fenómenos em estudo. Creswell & Creswell (2018) também afirmam que a estratégia quantitativa utiliza dados numéricos que possam ser avaliados estatisticamente. Nesta estratégia de investigação visa-se formular e testar hipóteses através da análise das relações entre as diversas variáveis (Creswell & Creswell, 2018). Para a análise estatística dos dados recolhidos neste estudo foram usados dois *softwares*: o *software IBM SPSS Statistics 28* e o *Microsoft Excel*.

Relativamente ao método de investigação seguido, foi seguido o método indutivo, que se caracteriza por partir de um caso em particular e, através de observações e associações, chegar a uma conclusão geral. Estas observações devem ser tão realistas quanto possíveis, não tendo qualquer preconceito ou perceção pessoal do investigador associadas (IUM, 2019). Este estudo enquadra-se neste método uma vez que, através da análise dos dados recolhidos, se pretende tirar conclusões sobre as hipóteses formuladas e, assim, generalizar essas mesmas hipóteses.

Para a realização deste TIA foi necessário realizar uma revisão de literatura que assentou principalmente em fontes primárias, como artigos científicos de revistas especializadas na temática abordada e autores reconhecidos nesta área de investigação e em publicações doutrinárias da NATO, do Exército Português e da AM.

Para a redação do TIA e para a realização de todas as citações e referências bibliográficas foram utilizados, respetivamente, os *softwares Microsoft Word* e *Mendeley Reference Manager*.

2.2. Objetivo Geral e Objetivos Específicos

Conforme referido anteriormente, o OG desta investigação é “Perceber como é que a preparação física antes do TPOI pode influenciar a variação da fadiga ao longo do TPOI”. Assim, de maneira a poder chegar ao OG foram delineados os seguintes objetivos específicos (OE):

OE 1. Perceber a condição física dos Aspirantes Alunos antes e durante o TPOI.

- OE 2.** Perceber quais os períodos do TPOI com maior carga física associada.
- OE 3.** Perceber quais os períodos do TPOI com maior variação da fadiga.
- OE 4.** Perceber a relação entre a variação da carga física e a variação da fadiga.
- OE 5.** Perceber se os resultados nas provas físicas se relacionam com a variação da fadiga.

2.3. Pergunta de Partida e Perguntas Derivadas

De maneira a atingir o OG proposto foi definida como pergunta de partida (PP) para esta investigação a seguinte pergunta “Como é que a preparação física antes do TPOI influencia a variação da fadiga durante o TPOI?”. De maneira a chegar à PP apresentada, e a atingir os OE propostos anteriormente, foram delineadas as seguintes perguntas derivadas (PD):

- PD 1.** Existem diferenças estatisticamente significativas na condição física dos Aspirantes Alunos antes e durante o TPOI?
- PD 2.** Como se caracteriza a variação da carga física ao longo do TPOI?
- PD 3.** Como se caracteriza a variação da fadiga ao longo do TPOI?
- PD 4.** Como se relaciona a variação da carga física com a variação da fadiga ao longo do TPOI?
- PD 5.** Como se relaciona a condição física dos Aspirantes Alunos com a variação da fadiga?

2.4. Amostra: Composição e Justificação

No contexto da investigação científica, podemos definir a população como “o conjunto de elementos (indivíduos, pessoas, grupos, objetos, etc.) que se pretende estudar” (IUM, 2019). Dentro do conceito de população podemos fazer a distinção entre população-alvo, que são todos os elementos com as características que se pretendem estudar, e população acessível, que são os elementos da população-alvo aos quais o investigador tem acesso (Rosado, 2017). Da população alvo o investigador deve então extrair a sua amostra, que é um conjunto mais pequeno da população alvo, sendo assim mais fácil de trabalhar, mas que mantém as mesmas características, permitindo assim tirar conclusões sobre a população (IUM, 2019).

Assim, considerámos que a população deste estudo são todos os elementos que já fizeram o TPOI, sendo a amostra utilizada constituída por 14 elementos que realizaram o

TPOI no ano letivo 23/24. Relativamente à caracterização sociodemográfica da amostra, esta é toda do sexo masculino, tem uma média de idades de 23 anos, uma média de alturas de 1,75 m e um peso médio de 74,86 kgs. Da altura e do peso resultou também um IMC médio de 24,38. A tabela seguinte representa a caracterização sociodemográfica da amostra.

Tabela 9 - Caracterização Sociodemográfica da Amostra

	Média	Desvio-Padrão	Mediana	Máximo	Mínimo
Idade (anos)	23	1,57	23	28	22
Altura (metros)	1,75	0,07	1,75	1,88	1,65
Peso (Kgs)	74,86	5,18	75,50	85,30	66,00
IMC (kg/m²)	24,38	1,72	24,24	28,13	22,00

2.5. Métodos Estatísticos

A análise estatística permite processar, transformar e organizar grandes quantidades de dados em informações úteis e facilmente compreendidas, o que permite aumentar a capacidade e qualidade de compreensão dos mesmos. A análise estatística seguida foi a estatística descritiva, que procura aferir as características gerais da amostra e dos resultados obtidos bem como verificar a existência de relações entre as variáveis em estudo. No âmbito da estatística descritiva bivariada foram utilizados modelos de regressão linear e de ajustamento quadrático de variáveis, através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (R), acompanhada com o gráfico de dispersão.

A utilização do R mede a força e a direção da relação linear entre duas variáveis. O valor de R varia entre -1 , numa relação negativa feita, e 1 , numa relação positiva perfeita, sendo que $R = 0$ representa nenhuma correlação linear. A correlação pode ser classificada como muito fraca ($>0,1 - 0,3$), fraca ($0,3 - 0,5$), moderada ($0,5 - 0,7$), forte ($0,7 - 0,9$) e muito forte ($0,9 - a 1$)

A utilização do R^2 permite perceber a proporção da variabilidade na variável dependente que é explicada pela variabilidade na variável independente, sendo que este valor varia entre 0 , quando o modelo não explica variabilidade nenhuma dos dados, e entre 1 , quando o modelo explica 100% da variabilidade dos dados.

Foram ainda utilizados, no âmbito da inferência estatística, testes de hipóteses, de maneira a avaliar o comportamento de uma dada variável em diferentes cenários. Foi utilizado como teste paramétrico o teste de t-student (com respetiva validação dos seus pressupostos). Caso uma dada variável não cumprisse com os critérios para a aplicabilidade de testes paramétricos, foi usado o teste não paramétrico para a mediana de Mann Whitney. O nível de significância utilizado como referência para a realização destes testes foi de 0,05.

Relativamente à representação gráfica dos dados, foram utilizados diversos gráficos, como boxplots, gráficos de barras, gráficos de dispersão, e gráficos de linhas. Quanto às medidas de dispersão utilizadas são de destacar a utilização da mediana, dos quartis e dos extremos, e foram ainda usadas como medidas de localização a média e da média móvel,

2.6. Procedimentos Formais e Éticos

Na realização de trabalhos de investigação devem ser respeitados, a todo o momento, a privacidade e integridade dos participantes, garantindo, também, o anonimato dos mesmos. Além disso, é importante garantir a participação voluntária na investigação, uma vez que todos os indivíduos têm o direito de não participarem na investigação (Freixo, 2012).

Assim, antes da realização desta investigação, foi explicado verbalmente a todos os participantes quais os procedimentos a realizar durante a investigação, quando os fazer, e qual a duração da investigação. Após a explicação cada um dos participantes confirmou individualmente a sua disponibilidade para participar na presente investigação.

CAPÍTULO 3. MÉTODOS E MATERIAIS

3.1. Instrumentos de Medição

Para a realização deste estudo foram conduzidas diversas recolhas de dados com recurso a diversos instrumentos de medição, que serão abordados de seguida.

Para a recolha das frequências cardíacas foram usados sensores Polar H10 *Bluetooth* (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) com a respetiva banda de frequência cardíaca conectados à aplicação Elite HRV (HRV Elite, Asheville, Carolina do Norte), instalada nos *smartphones* pessoais de cada elemento em estudo. Esta aplicação permite a recolha, registo e exportação dos dados relativos às diferentes variáveis relacionadas com a FC. Após a exportação dos dados, os mesmos foram analisados com recurso ao *software* Kubios HRV (Kubios Oy, Kuopio, Finlândia).

Para a medição da altura e do peso foi usado o estadiómetro portátil SECA® 213.

3.2. Protocolos de Recolha de Dados

3.2.1. Protocolo para a recolha da Frequência Cardíaca de Repouso e da Variabilidade da Frequência Cardíaca

Para a recolha da FCR o protocolo seguido foi o protocolo recomendado por Buchheit (2014), assim os indivíduos do estudo recolheram a FCR ao acordar, durante 7 minutos, ainda sentados na cama, com recurso a bandas de FC e aos *smartphones* pessoais. Foi ainda dada a indicação para ter todo o material necessário para a recolha o mais perto possível da cama, de maneira a não ser necessário efetuarem grandes movimentos para recolherem as medições.

Relativamente à periodicidade das medições, estas foram realizadas, na normalidade das semanas, 3 vez por semana, às segundas, quartas e sextas-feiras. Em semanas em que houvesse uma prova ou avaliação de maior carga física foi pedido aos participantes que fizessem uma medição extra, de maneira a que fossem realizadas medições na manhã do dia da prova e na manhã do dia seguinte. Em semanas de exercícios de campo, uma vez que não foi possível realizar medições durante os exercícios, foram feitas medições na manhã que antecedeu o início do exercício e na primeira manhã após o exercício.

Relativamente ao período em que foram realizadas as medições, estas foram realizadas em 2 períodos distintos. Inicialmente foram realizadas 2 semanas de medições

durante um estágio de preparação no mês que antecede o TPOI, de maneira a recolher valores de referência base. Após isto, foram então realizadas as medições durante o TPOI, desde 25 de Setembro de 2023, dia em que começou o TPOI, até dia 26 de Janeiro de 2024, por se considerar a última semana com carga relevante para este estudo.

3.2.2. Protocolo para o registo das horas de sono

O registo das horas de sono foi feito através de auto registos por parte dos participantes deste estudo. Para se guiarem neste registo alguns participantes fizeram uso de relógios fitness que fazem registo das horas de sono. Aquando da falta de algum registo foi assumido para esse indivíduo a média dos registos do quarto a que o mesmo pertencia. O registo das horas de sono foi sempre recolhido na noite que antecedia a recolha das medições de FC.

3.2.3. Nota das avaliações físicas

A recolha das notas das avaliações físicas foi feita em função de dois períodos distintos, o período antes de iniciar o TPOI e durante o próprio TPOI. Antes de iniciar o TPOI a notas recolhidas dizem respeito às avaliações realizadas em TF na AM, quer de TFB quer de TFAM, pelo que foram cedidas pelo Gabinete de TF da AM. Durante o TPOI o registo das notas de TF foi feito pelo Gabinete de TF da EA, tendo as notas sido recolhidas junto do mesmo. Devido à diferença de provas realizadas em TFB, apenas foram contabilizadas para a média as provas em comum entre as avaliações realizadas na AM e na EA.

3.3. Tratamento de Dados da Variabilidade da Frequência Cardíaca

Conforme referido anteriormente, os dados recolhidos com a aplicação Elite HRV foram posteriormente tratados com recurso ao *software* Kubios HRV. No tratamento dos dados, estes foram editados, de maneira a corrigir erros que pudessem resultar de batimentos “anormais” nas medições, como batimentos ectópicos. Segundo Buchheit (2014), este tipo de batimentos pode produzir grandes alterações em medições de 5 minutos, sendo de bastante importante a correção dos mesmos, uma vez que estas alterações podem não refletir mudanças reais no SNA.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Treino Físico

4.1.1. Treino Físico Base

Os resultados das notas de TFB do 4º e 5º ano encontram-se expostos na figura 8, onde se pode ver que, apesar dos resultados serem semelhantes, ocorreu uma menor variação de valores nas notas TFB do 5º ano. Relativamente ao 4º ano, a média das notas de TFB foi de $15,31 \pm 1,41$, sendo a mediana de 15,65, o seu máximo 17,65 e o seu mínimo 12,81. Já no TFB de 5º ano, a média foi de $15,15 \pm 0,77$, tendo a mediana o valor de 15,14, o máximo o valor de 16,55 e o mínimo o valor de 13,99.

Aplicando um teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade da distribuição de TFB, concluímos que não há evidências para rejeitar a hipótese nula, uma vez que os dados seguem uma distribuição normal ($0,733 < p\text{-value} < 0,82$), assumindo diferentes variâncias ($p\text{-value} = 0,04$), conforme se pode consultar no Anexo A. Quando efetuado o teste de hipóteses t-student sob a hipótese nula de a média de TFB do 4º ano ser igual à média de TFB do 5º ano obtém-se um valor de p-value de 0,701, exposto no anexo A, não levando à rejeição da hipótese. Conclui-se assim que não existem diferenças significativas entre os valores médios de TFB no 4º e no 5º ano.

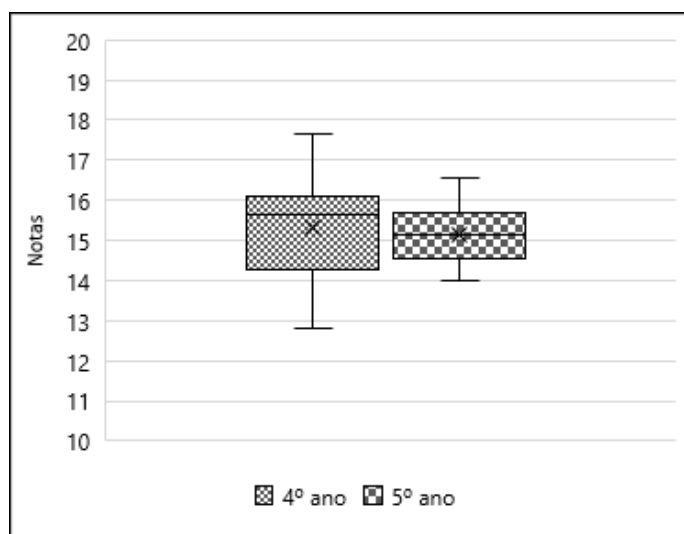


Figura 8 - Notas TFB 4º Ano VS 5º Ano

Na figura 9 estão apresentadas as variações de ano para ano de cada um dos indivíduos. Na tabela 10 estão representadas a média, mediana e extremos de cada uma dessas variações. É possível perceber que as variações de ano para ano nunca foram superiores a 2 valores, sendo a variação mais pequena de 0,14 valores.

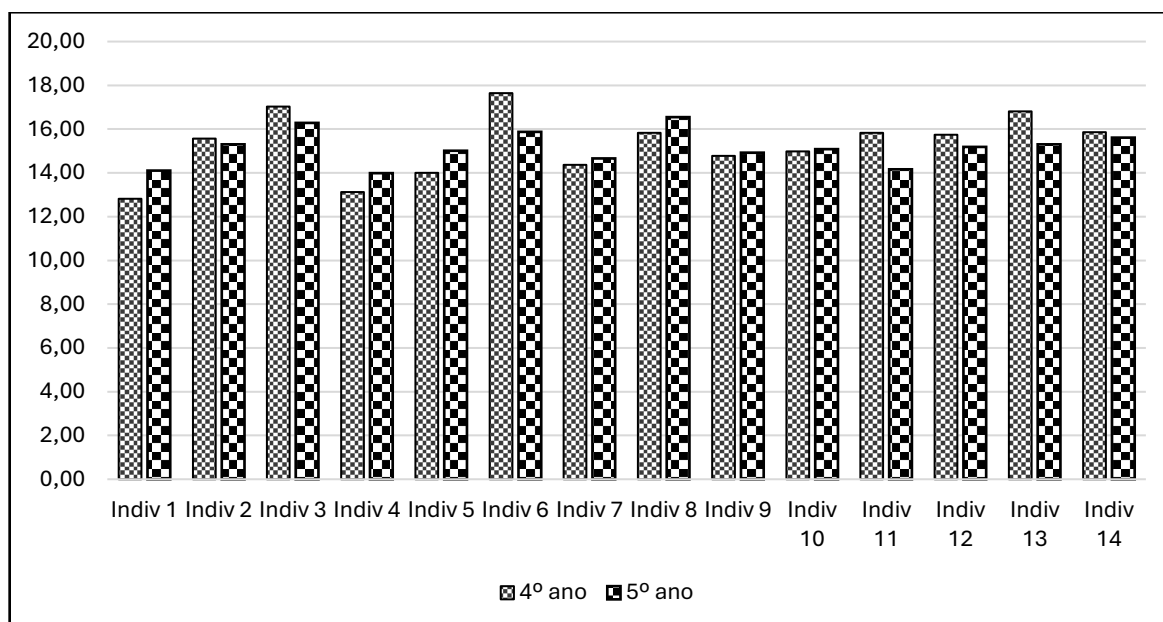


Figura 9 - Notas de TFB 4º Ano VS 5º Ano, por indivíduo

Tabela 10 - Notas de TFB 4º Ano VS 5º Ano

	4º Ano				5º Ano			
	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Indiv 1	12,81 ± 1,30	12,88	14,30	11,20	14,10 ± 4,06	12,80	20,00	10,80
Indiv 2	15,56 ± 2,16	14,90	18,65	13,80	15,31 ± 2,35	15,00	18,40	12,85
Indiv 3	17,03 ± 2,18	16,53	20,00	15,05	16,29 ± 2,91	15,68	20,00	13,79
Indiv 4	13,13 ± 1,73	12,95	15,00	11,60	13,99 ± 2,45	14,98	15,60	10,40
Indiv 5	14,00 ± 0,94	14,08	15,05	12,80	15,01 ± 2,24	14,33	18,15	13,22
Indiv 6	17,65 ± 2,54	18,20	20,00	14,20	15,88 ± 1,54	16,19	17,34	13,80
Indiv 7	14,37 ± 0,59	14,25	15,20	13,79	14,66 ± 3,41	13,74	19,40	11,76
Indiv 8	15,83 ± 1,74	15,85	17,40	14,20	16,55 ± 2,22	16,14	19,60	14,33
Indiv 9	14,78 ± 2,43	14,15	18,15	12,68	14,92 ± 3,36	13,85	19,80	12,17
Indiv 10	14,98 ± 1,11	14,73	16,47	14,00	15,08 ± 1,55	14,40	17,40	14,11
Indiv 11	15,83 ± 2,19	15,15	19,00	14,00	14,16 ± 1,29	14,11	15,50	12,90
Indiv 12	15,75 ± 2,09	15,27	18,65	13,80	15,19 ± 1,53	15,33	16,90	13,22
Indiv 13	16,82 ± 2,52	16,33	20,00	14,61	15,31 ± 2,25	14,96	17,90	13,40
Indiv 14	15,86 ± 2,14	16,30	17,65	13,20	15,61 ± 1,90	14,83	18,40	14,40

Na figura 10 temos a comparação das notas por prova entre cada ano. Na tabela 11 estão apresentadas a média, mediana, e extremos de cada uma das provas. É possível perceber como os desvios padrões de cada uma das provas diminuíram do 4º para o 5º ano, mostrando uma aproximação entre os diversos indivíduos nas várias provas.

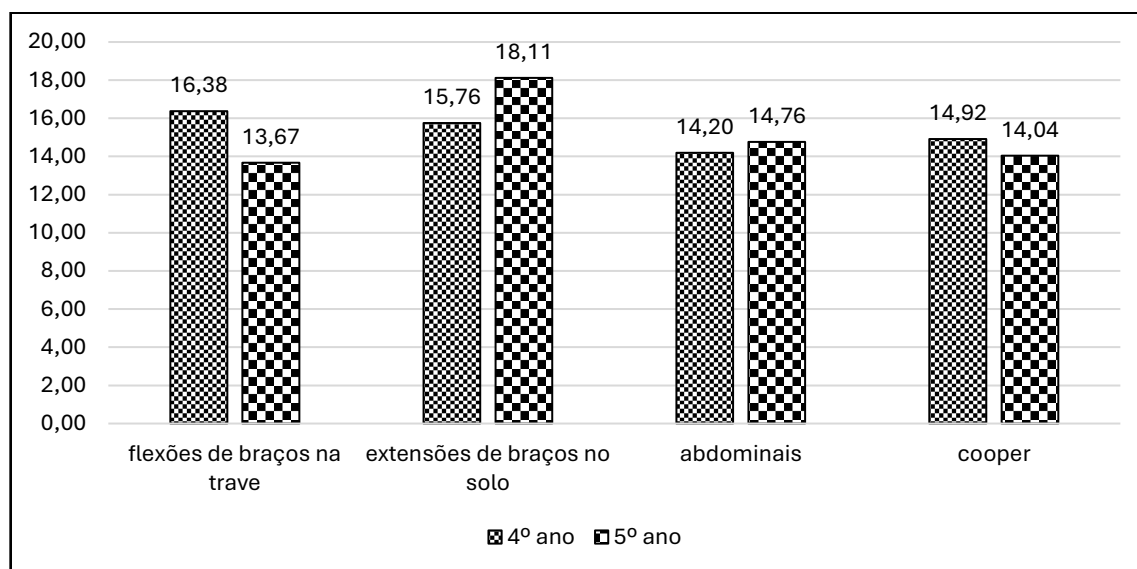


Figura 10 - Provas TFA 4º Ano VS 5º Ano

Tabela 11 - Provas de TFB por ano

	4º Ano				5º Ano			
	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Flexões de Braços na Trave	15,76 ± 2,53	15,39	20,00	11,70	13,67 ± 1,85	13,51	16,47	10,40
Extensões de Braços no Solo	16,38 ± 2,39	17,40	20,00	11,60	18,11 ± 1,56	18,28	20,00	15,50
Abdominais	14,20 ± 1,24	14,20	15,80	11,20	14,76 ± 1,12	14,60	17,20	13,20
Cooper	14,92 ± 1,84	14,53	20,00	12,53	14,04 ± 1,41	14,14	17,34	11,76

4.1.2. Treino Físico de Aplicação Militar

Relativamente às notas de TFAM, estas encontram-se expostas no gráfico apresentado na figura 11, onde é possível notar um aumento das notas do 4º para o 5º ano, tendo sido no entanto reduzida a disparidade entre os vários elementos, com uma redução nos extremos e no desvio padrão. No 4º ano a média foi de $13,58 \pm 2,57$, a mediana de 12,96, o máximo 20 e o mínimo 10,50. Já no 5º ano a média foi de $16,63 \pm 1,49$, com a mediana em 16,51 e o máximo e mínimo em 19,35 e 14,62, respetivamente.

Neste caso, ao aplicar o teste de normalidade de Shapiro-Wilk na distribuição das notas de TFAM, concluímos que há evidências para rejeitar a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal, ($p\text{-value} = 0,04$ para o 4º ano e $p\text{-value} = 0,669$ para o 5º ano), conforme se pode consultar no Anexo B. Assim, foi aplicado um teste não paramétrico para a mediana de MannWhitney sob a hipótese nula de a mediana de TFAM do 4º ano ser igual à mediana de TFAM do 5º ano obtendo-se um valor de $p\text{-value}$ de 0,007, exposto no anexo B. Este resultado leva à rejeição da hipótese nula, concluindo-se assim que existem diferenças significativas entre os valores da mediana de TFAM no 4º e no 5º ano.

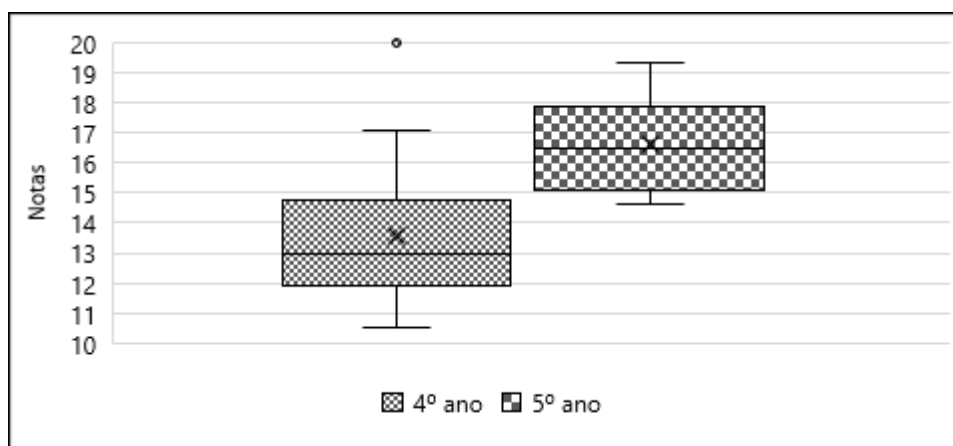


Figura 11 - Notas TFAM 4º Ano VS 5º Ano

Na figura 12 é possível ver a variação da nota de TFAM de cada indivíduo do 4º para o 5º ano, sendo que na tabela 12 estão representadas a média, mediana e extremos das notas de 5º, uma vez que a nota de 4º ano resulta, apenas, de uma única nota. No gráfico é possível ver a tendência da maioria dos indivíduos subirem as notas do 4º para o 5º ano, sendo que apenas o indivíduo 6 apresentou um decréscimo na nota.

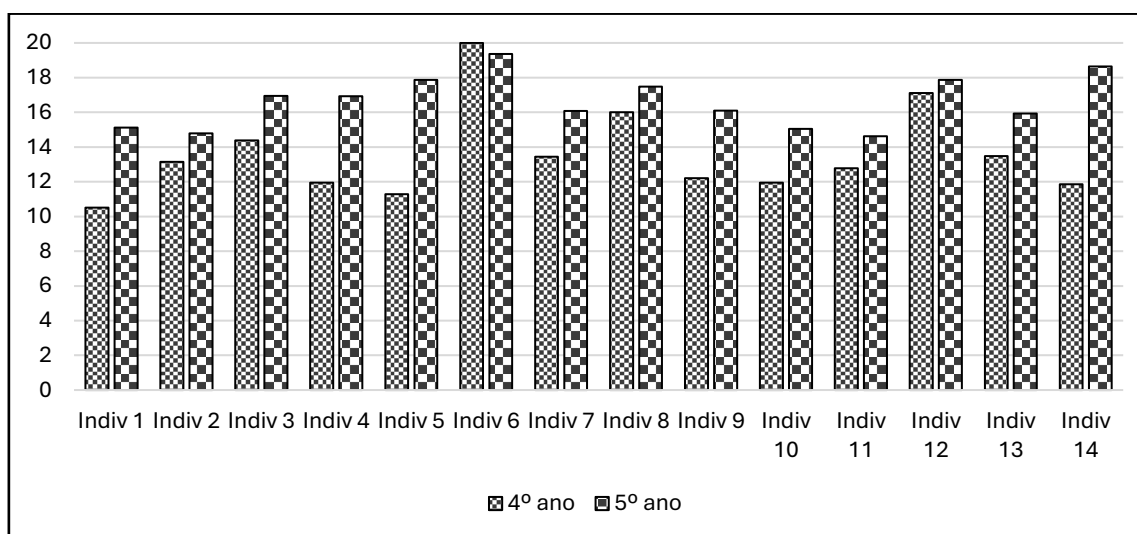


Figura 12 - Notas TFAM 4º Ano VS 5º Ano

Tabela 12 - Notas TFAM 5º Ano

	5º Ano			
	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Indiv 1	15,13 ± 1,38	15,10	16,81	13,68
Indiv 2	14,79 ± 1,53	14,60	16,41	12,71
Indiv 3	16,95 ± 1,87	17,10	19,67	15,14
Indiv 4	16,92 ± 1,80	16,94	19,10	14,70
Indiv 5	17,87 ± 1,40	17,90	20,00	16,12
Indiv 6	19,35 ± 0,85	19,80	20,00	18,07
Indiv 7	16,08 ± 3,64	16,57	20,00	12,00
Indiv 8	17,49 ± 1,87	17,60	19,40	14,77
Indiv 9	14,60 ± 1,50	15,06	16,00	12,39
Indiv 10	16,10 ± 2,58	16,80	19,25	12,30
Indiv 11	15,05 ± 3,45	14,78	20,00	10,96
Indiv 12	15,43 ± 1,72	16,00	17,71	13,64
Indiv 13	14,62 ± 2,51	15,06	17,40	11,25
Indiv 14	17,86 ± 1,52	17,98	20,00	16,18

4.2. Carga de Treino

Na figura 13 podemos ver a variação da intensidade da carga de treino ao longo das semanas do TPOI, e podemos identificar as semanas de maior carga associada, marcadas a sombreado. Estão ainda identificadas também as semanas nas quais foram realizadas

marchas com elevada carga física associada, destacadas com uma seta. A média de carga semanal foi de $1,99 \pm 0,42$, a mediana de 2,00, o máximo de 3,03 e o mínimo de 1,29.

Tendo em conta o calendário que rege o TPOI, é possível ver que as semanas 4, 7, 9, 12 e 14 foram semanas de exercício de campo relativas aos módulos C1 – Pelotão de Atiradores nas Operações Defensivas, C2 – Pelotão de Atiradores nas Operações Ofensivas, C4 – Pelotão de Atiradores em CAU, C6 – Operações Militares e C5 – Pelotão de Atiradores em Patrulhas, respetivamente, por esta ordem. Olhando para a figura podemos ver que 3 desses exercícios (C2, C6 e C5) correspondem às semanas de maior carga, e que dois dos outros exercícios (C1 e C3) também têm associação com semanas em que a carga está acima da média. É possível ainda reparar que 2 das 3 marchas de maior carga são realizadas em semanas de carga elevada. Analisando a evolução da carga de semana para semana é possível perceber que entre as semanas 1 e 4 existe uma subida gradual da mesma. Após esta subida existe um período de relativa constância entre as semanas 4 e 9, após as quais se evidencia uma descida acentuada da carga. Esta descida precede a semana de maior intensidade – a semana 12 – permitindo a recuperação e descanso para a mesma. Após a semana 12 houve um período de férias (cerca de 2,5 semanas). No reinício da instrução seguiram-se duas semanas de elevada intensidade, as semanas 13 e 14, após as quais a carga voltou a diminuir.

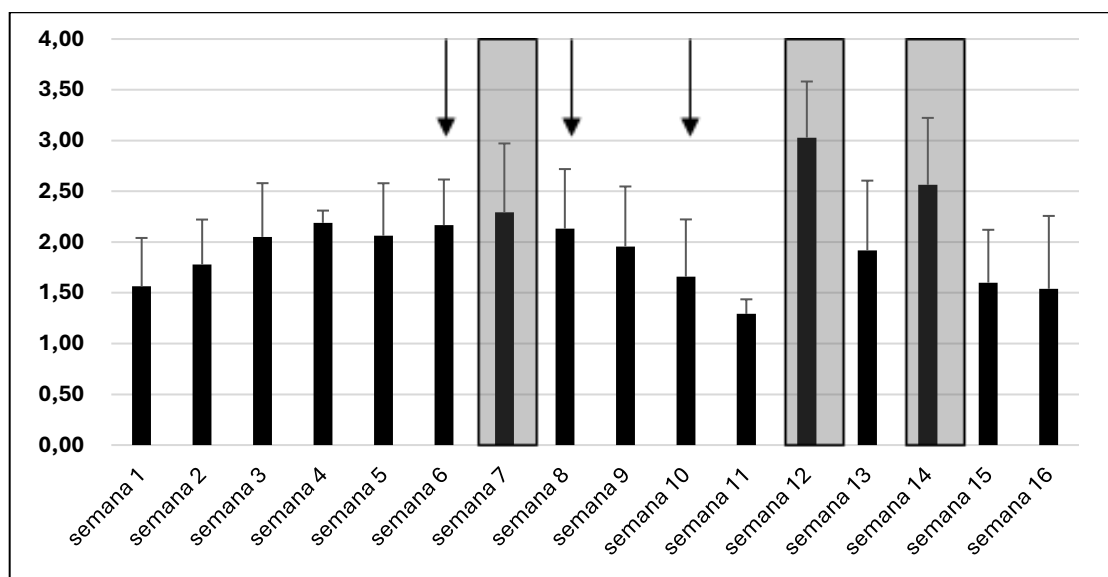


Figura 13 - Variação da Carga de Treino por semana

Legenda: Gráfico da carga de treino por semana. A sombreado estão as 3 semanas com mais carga. As setas representam as semanas nas quais foram realizadas marchas de elevada carga associada.

4.3. Horas de Sono

Na figura 14 temos a variação das horas de sono ao longo das várias semanas do TPOI, com uma média de 06:31 horas $\pm$ 01:10, com uma mediana de 06:10 horas, um máximo de 09:26 horas e um mínimo de 04:42 horas. É possível ver que na maioria das semanas a média se situa entre as 5:00 e as 7:00 horas, destacando-se as semanas 4, 9 e 12 como estando acima deste intervalo. Este destaque deve-se ao facto de estas semanas serem semanas de exercício de campo, o que obrigou a que fosse realizada uma medição na véspera do exercício começar. Esta medição realizou-se a um domingo, pelo que ao registar-se o número de horas de sono este vai ser mais elevado uma vez que os Aspirantes Alunos estavam em casa, sem impedimentos no horário de sono. As semanas 7 e 14 também se encontram afetadas por esta particularidade, uma vez que também foram semanas de exercício. Nas restantes semanas, é possível perceber que a maioria das semanas ronda as 6:00 horas de sono diárias, com as semanas 5 e 13 a destacarem-se negativamente, e as semanas 15 e 16 a apresentarem médias superiores a 7:00 horas.

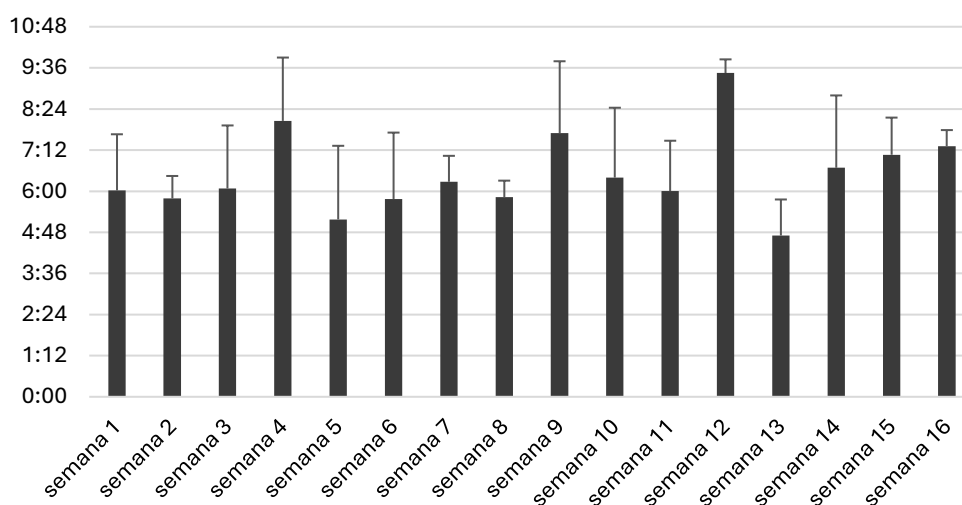


Figura 14 - Variação da média de horas de sono semanal

4.4. Frequência Cardíaca

4.4.1. Frequência Cardíaca de Repouso

Na figura 15 temos a variação da média de FCR do grupo ao longo das várias semanas. É possível notar que, embora na maioria das semanas a média semanal tenha estado dentro, ou perto, da AMR, as semanas 4, 9 e 11 se destacam por terem estado abaixo desta

zona e, que as semanas 7 e 16 se destacam por terem estado acima desta zona. É possível notar que apenas a partir da 4 semana parecem haver alterações mais visíveis no padrão. Podemos também verificar que o valor dos desvios padrão semanais foi relativamente constante, havendo apenas uma semana em que este não esteve entre 9 e 12 bpm – a semana 12. A média base da FCR do grupo foi de 63 ± 7 bpm. Os valores da média, mediana e máximos e mínimos FCR do grupo durante as várias semanas estão expostos na tabela 13. No apêndice A é possível ver as variações de FCR de cada um dos elementos ao longo das semanas.

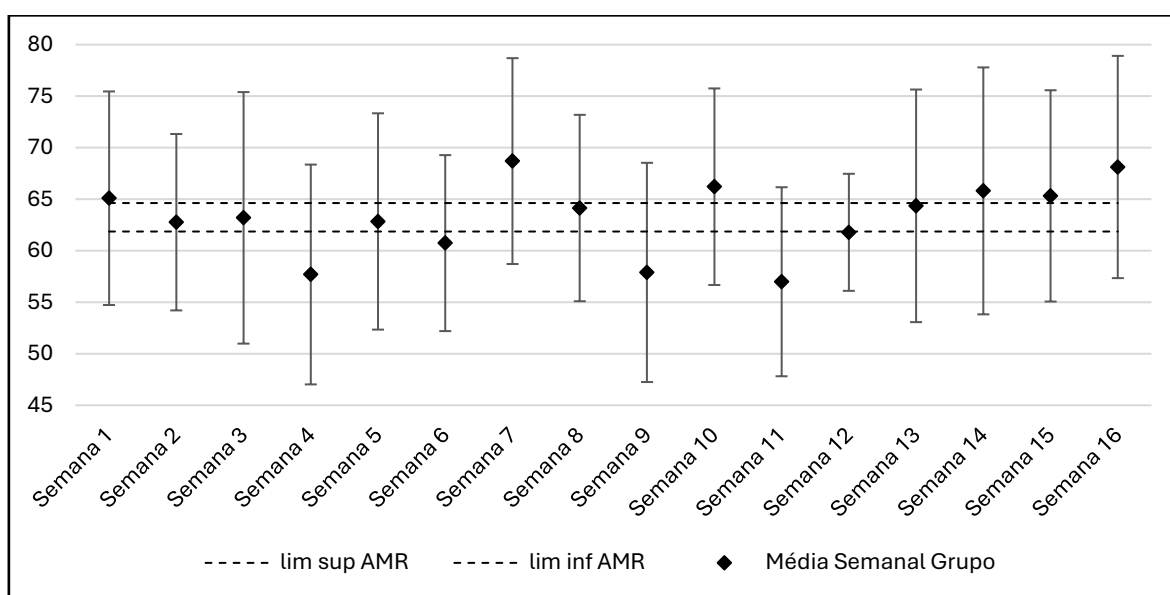


Figura 15 - Média semanal FCR grupo

Tabela 13 - Média semanal FCR grupo

	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Semana 1	65 ± 10	64	93	51
Semana 2	61 ± 10	60	80	41
Semana 3	63 ± 12	61	98	50
Semana 4	58 ± 11	57	88	45
Semana 5	63 ± 10	61	86	52
Semana 6	61 ± 9	60	82	49
Semana 7	69 ± 10	70	87	53
Semana 8	64 ± 9	62	88	52
Semana 9	58 ± 11	57	87	45
Semana 10	66 ± 10	65	92	54
Semana 11	57 ± 9	55	80	43
Semana 12	62 ± 6	62	73	52
Semana 13	64 ± 11	65	93	44
Semana 14	66 ± 12	63	96	52
Semana 15	65 ± 10	64	92	49
Semana 16	68 ± 11	65	87	53

4.4.2. Variabilidade da Frequência Cardíaca

Na figura 16 está apresentada a variação da VFC do grupo por semana ao longo da duração do TPOI, avaliada através da variação do Ln rMSSD. É possível ver a maioria dos valores se encontram fora da zona de AMR, sendo as semanas 10, 13 e 16 são as que mais distam dessa zona. A média base do grupo foi de $4,33 \pm 0,28$. As médias por semana, mediana e extremos encontram-se representados na tabela 14. No apêndice B estão os gráficos relativos à variação semanal de cada indivíduo.

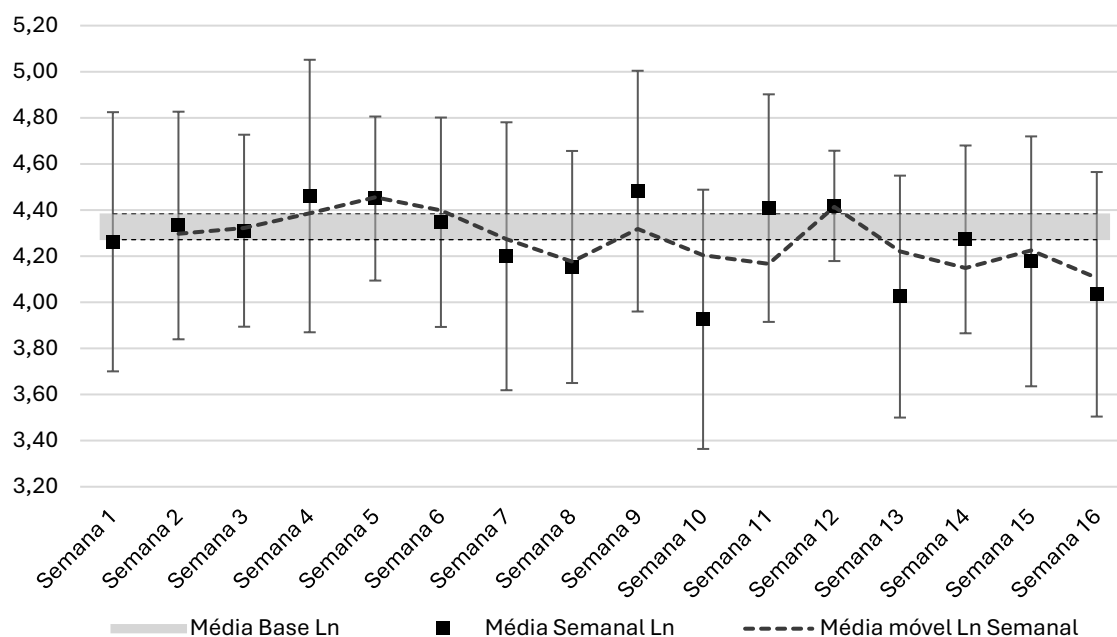


Figura 16 - Variação Semanal Ln Grupo

Tabela 14 - Média Semanal Ln Grupo

	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Semana 1	4,26 ± 0,56	4,47	4,71	2,53
Semana 2	4,33 ± 0,49	4,46	5,06	3,25
Semana 3	4,31 ± 0,42	4,35	4,99	3,35
Semana 4	4,46 ± 0,59	4,50	5,16	2,97
Semana 5	4,45 ± 0,36	4,43	5,06	3,85
Semana 6	4,35 ± 0,45	4,34	4,95	3,48
Semana 7	4,20 ± 0,58	4,13	5,11	3,23
Semana 8	4,15 ± 0,50	4,23	4,96	2,89
Semana 9	4,48 ± 0,52	4,49	5,04	3,03
Semana 10	3,93 ± 0,56	4,14	4,57	2,50
Semana 11	4,41 ± 0,49	4,54	5,06	3,45
Semana 12	4,42 ± 0,24	4,45	4,81	3,99
Semana 13	4,02 ± 0,52	4,08	4,75	2,77
Semana 14	4,27 ± 0,41	4,25	4,97	3,49
Semana 15	4,18 ± 0,54	4,23	5,02	2,84
Semana 16	4,03 ± 0,53	4,10	4,85	2,92

CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1. Carga de Treino VS Sono

Analisando agora para a relação entre a carga de treino e o sono, não parece haver uma relação entre as variáveis. O número de horas de sono é relativamente constante, rondando as 06:00 horas, não variando com a intensidade da carga de treino. As semanas onde seria de esperar um menor número de horas de sono, associado a um aumento da intensidade da carga de treino, são as semanas de exercício de campo, ou seja, as semanas 4, 7, 9, 12 e 14. Nestas semanas, no entanto, não se nota uma diminuição nas horas de sono, notando-se, pelo contrário, a tendência para serem semanas com um maior número de horas de sono registado. Este fenómeno deve-se, no entanto, ao facto de terem sido feitas recolhas ao fim de semana, algo que faz subir a média a média de horas de sono na noite da recolha.

Olhando para o número de horas de sono, este pode potenciar a fadiga induzida pela carga de treino, uma vez que, segundo Miller et al. (2007) um jovem adulto necessita de dormir cerca de 8 horas por noite. Uma vez que, como visto anteriormente, a média é cerca de 06:00 horas por noite por semana, podendo ainda descer mais durante os exercícios de campo, parece provável que se crie uma “dívida de sono” com o passar do tempo, levando assim ao aumento do nível de fadiga (Miller et al., 2007).

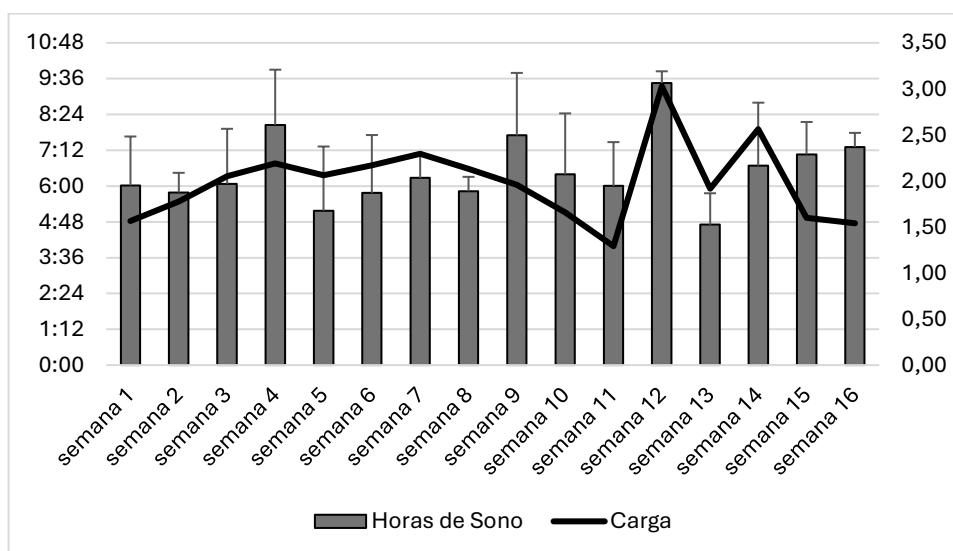


Figura 17 - Carga de Treino VS Horas de Sono

5.2. Relação Ln VS R-R

Olhando para as variáveis Ln rMSSD o tempo de intervalo R-R é possível estabelecer uma relação entre as mesmas, resultando num gráfico de dispersão. Plews et al. (2012) refere que a relação entre estas variáveis pode sugerir um estado de sobressolicitação num atleta, ou seja, indicar que um dado atleta está sujeito a esforços demasiado intensos, para os quais não consegue recuperar de maneira positiva. Na figura 18 temos o exemplo de um indivíduo no qual não existe saturação na dispersão, tendo esta uma correlação linear forte ($r = 0,88$), e na figura 19 um indivíduo que aparenta uma distribuição saturada, com uma correlação linear forte ($r = 0,90$). Estes dados sugerem que o indivíduo 14 estava num estado normal de treino, enquanto o indivíduo 5 parece apresentar um estado de fadiga resultante do excesso de carga, refletido pela distribuição quadrática da dispersão. Esta dispersão parece refletir o estado de fadiga durante o TPOI, uma vez que o indivíduo 5 mostrou-se mais cansado e pouco disponível, enquanto o indivíduo 14 se apresentava mais disponível para o esforço físico e participação nas instruções. Assim, estas correlações parecem ir de encontro ao estado de fadiga dos atletas, tal como sugerido por Plews et al. (2012). No apêndice C encontram-se os gráficos relativos ao rácio Ln/R-R para todos os indivíduos.

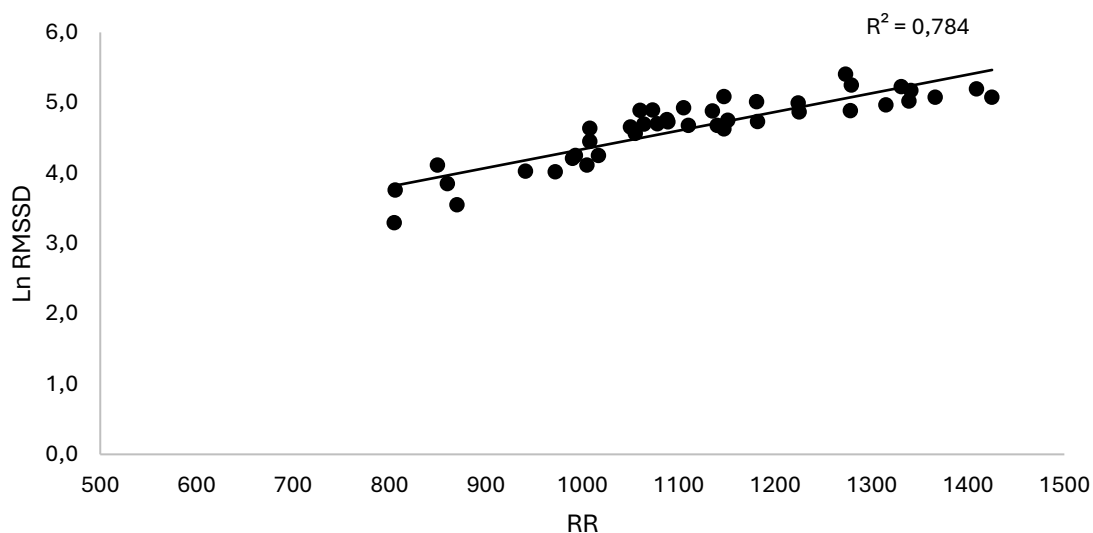


Figura 18 - Relação Rácio Ln/R-R - Indiv 14

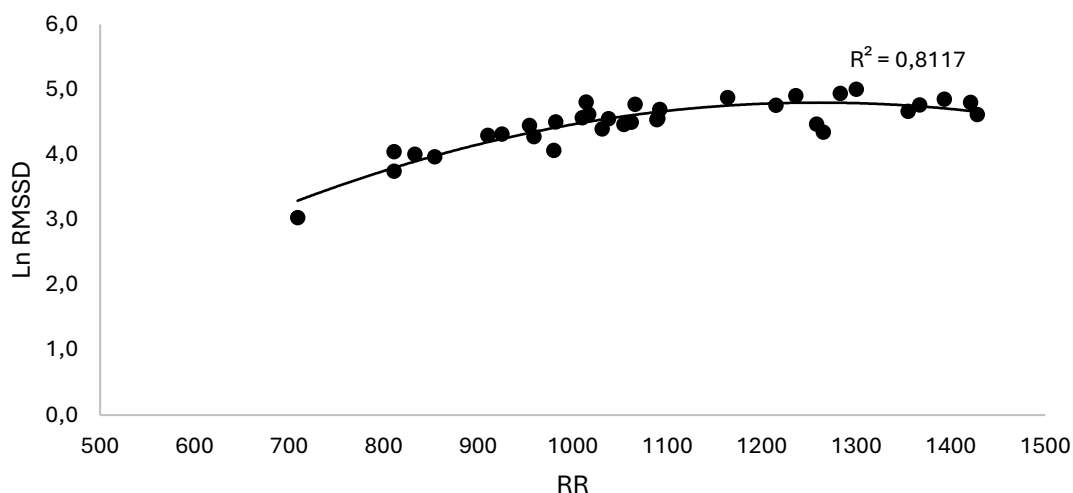


Figura 19 - Relação Rácio Ln/R-R - Indiv 5

Analisando o Rácio Ln rMSSD/R-R ao longo do tempo, parece haver uma tendência para que atletas com maiores níveis de fadiga, como o indivíduo 5, vão mostrando um rácio cada vez mais reduzido, conforme exposto na figura 120. Já atletas que não estejam em sobressolicitação, como o indivíduo 14, parecem manter ou aumentar este rácio ao longo do tempo, como se pode ver na figura 21. Assim, analisar o comportamento do rácio ao longo do tempo, pode ser útil para perceber o estado de fadiga de um indivíduo. No apêndice D podem ser consultados os gráficos relativos ao rácio Ln/R-R ao longo dos dias para todos os indivíduos.

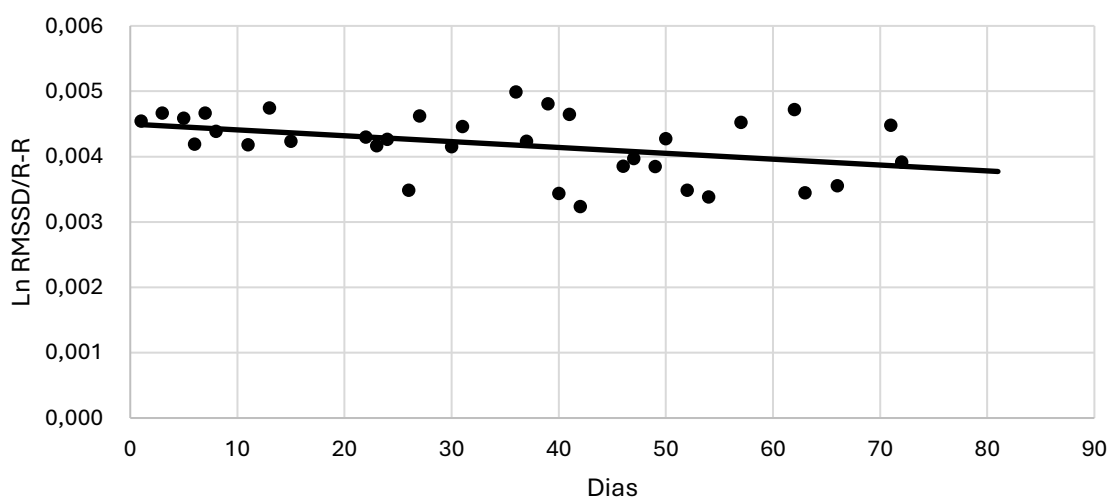


Figura 20 - Rácio Ln/R-R por dia - Indiv 5

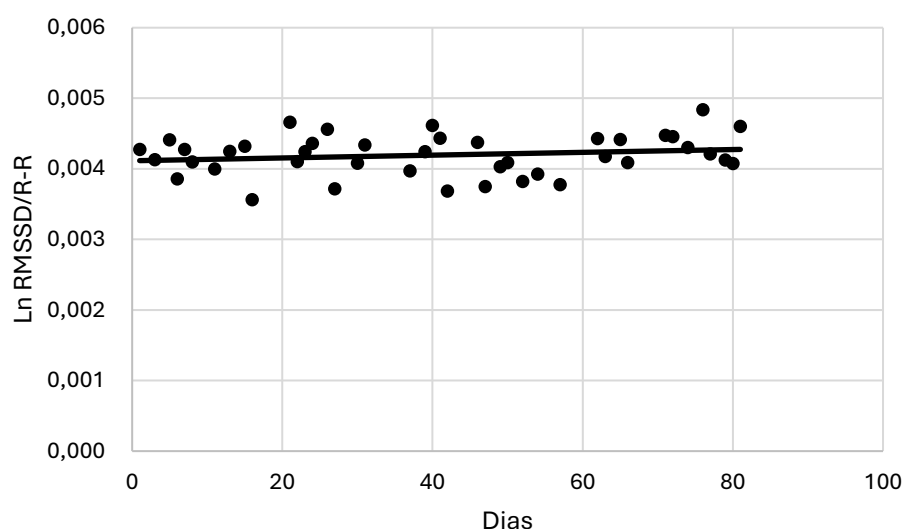


Figura 21 - Rácio Ln/R-R por dia - Indiv 14

5.3. Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R

Para perceber de que maneira é que a fadiga pode ser refletida pela FC, interessa relacionar a FC com a carga de treino e perceber como é que a mesma pode variar com a alteração da carga de treino. Neste caso, foi comparado a carga de treino com o rácio Ln/R-R, através da média móvel semanal, que é sugerida por Plews et al. (2012, 2013) como um bom indicador de fadiga. A média móvel permite analisar os dias numa perspetiva contínua, sendo menos suscetível a sofrer alterações drásticas ou resultantes de picos. Este tipo de análise permite ver tendências que possam passar por despercebidas nos dados em bruto, não sendo tão suscetível a ser afetada pelo ruído de todos os indicadores da VFC resultantes da atividade do sistema nervoso parassimpático (Plews et al., 2016). Na figura 22 podemos analisar a relação entre o rácio Ln/R-R do grupo e a carga de treino. Podemos ver que a partir do dia 16 parece haver um acompanhamento do rácio em função da carga, havendo uma subida de 26 a 31, coincidente com a carga. Estas coincidências vão se mantendo ao longo do tempo, acompanhando os picos de carga de 51 a 56 e de 61 a 66. No entanto é possível reparar que não parece haver uma relação entre os dias 41 e 50, nos quais, apesar da diminuição da carga, parece haver uma manutenção do rácio. A relação apenas parecer ser notória a partir do dia 16 é concordante com as observações de Sandercock et al. (2005), que

sugerem que apenas a partir da 4ª semana de treino é que existem alterações na regulação da FC por parte do SNA. Já nas figuras 23 e 24 é possível ver que os gráficos individuais também sugerem uma relação entre o rácio e a carga de treino, com um comportamento semelhante ao do grupo. A comparação entre os indivíduos 5 e 14 parece ainda sugerir que indivíduos que apresentam uma pior preparação física têm mais tendência a apresentar alterações maiores na média móvel quando submetidos a carga.

No apêndice E estão representadas as relações para os diversos participantes no estudo.

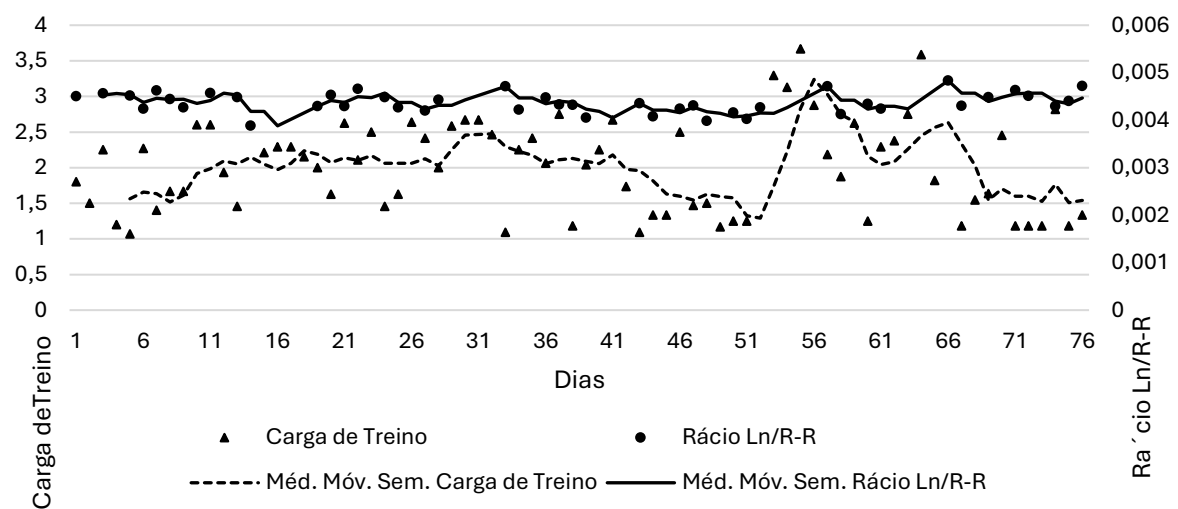


Figura 22 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R – Grupo

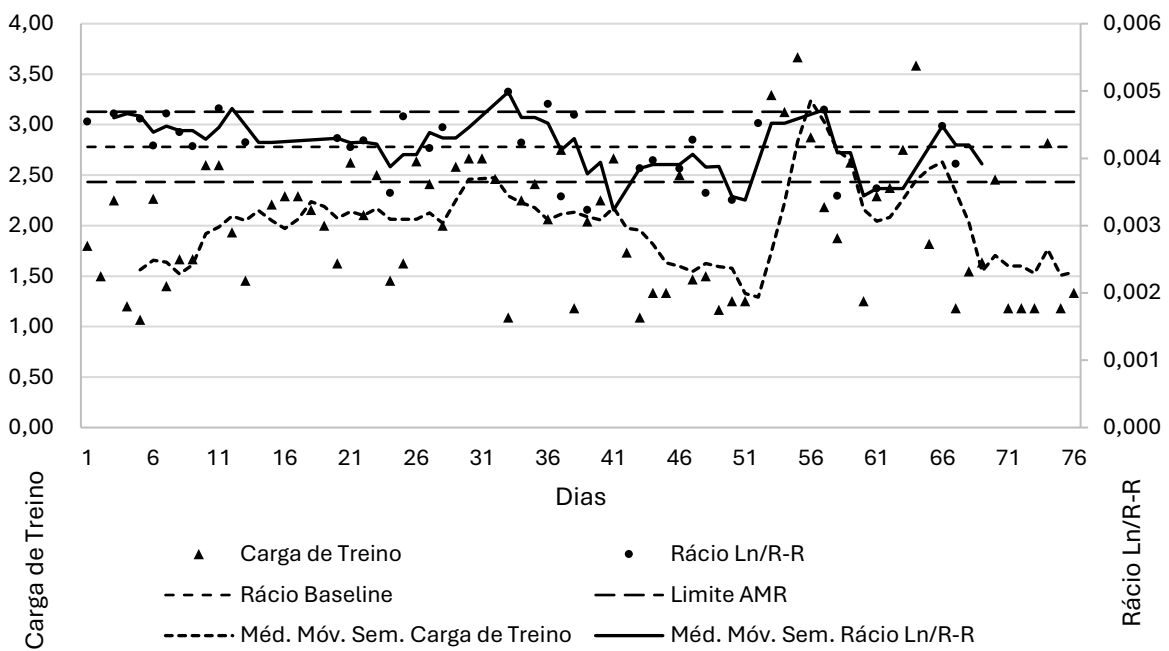


Figura 23 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R - Indiv 5

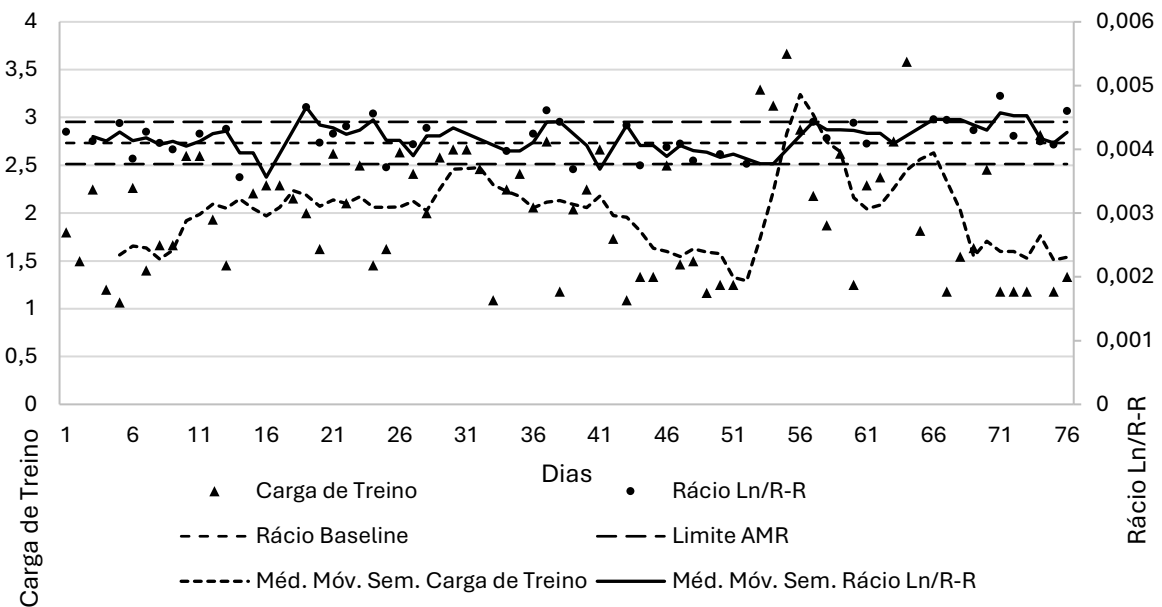


Figura 24 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R - Indiv 14

5.4. Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R

Como visto anteriormente, o número de horas de sono é um dos fatores que também pode afetar a fadiga, como tal é importante analisar a relação entre as horas de sono e a variação do rácio Ln/R-R. Na figura 25 está a variação de ambas as variáveis em relação ao grupo e a média móvel como elemento de comparação, à semelhança das comparações anteriores.

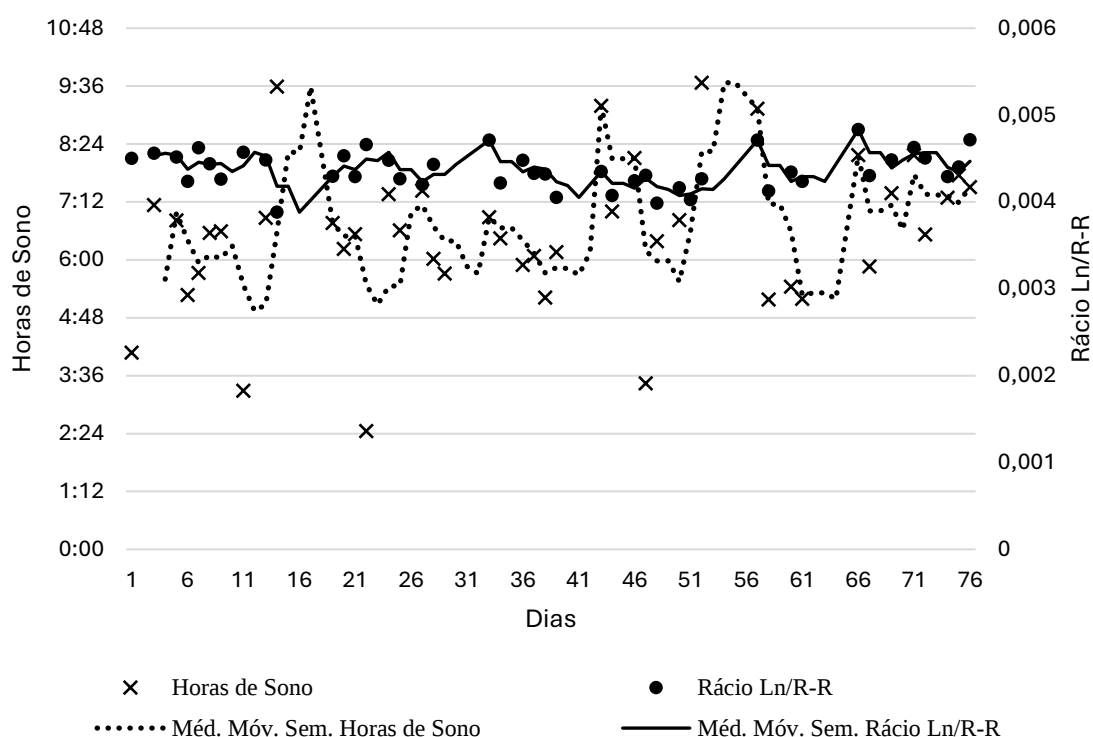


Figura 25 - Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R

Analisando a variação das médias móveis, é possível perceber que parece haver alguma relação, nomeadamente no que diz respeito aos extremos. Quando o número de horas de sono atinge os pontos mais altos o rácio parece descer, como nos dias 16, 46 e 73, já quanto o número de horas de sono desce, parece resultar num aumento do rácio, como nos dias 21 a 25, 27 a 31 e 61. Assim, a análise do gráfico sugere que o rácio Ln/R-R e as horas de sono se relacionam de maneira inversa, com o aumento de um a levar ao decréscimo do outro, e vice-versa. Esta relação parece refletir o efeito da falta de horas de sono no rácio Ln/R-R, o que pode mostrar como é que a fadiga, neste caso analisada como resultado da falta de sono, é evidenciada por este rácio. Este fenómeno também parece estar refletido nas

variações individuais, conforme apresentado nas figuras 26 e 27. No apêndice F é possível ver as relações individuais de todos os indivíduos.

A relação entre as horas de sono e o rácio Ln/R-R parece justificar a falta de relação entre a carga de treino e o rácio entre os dias 46 e 51, uma vez que, apesar de a carga ter diminuído, as horas de sono também diminuíram. A falta de horas de sono é um dos fatores que induz à fadiga (Miller et al., 2007; Weeks et al., 2010), logo esta diminuição das horas de sono pode ser uma explicação para o rácio Ln/R-R se manter elevado.

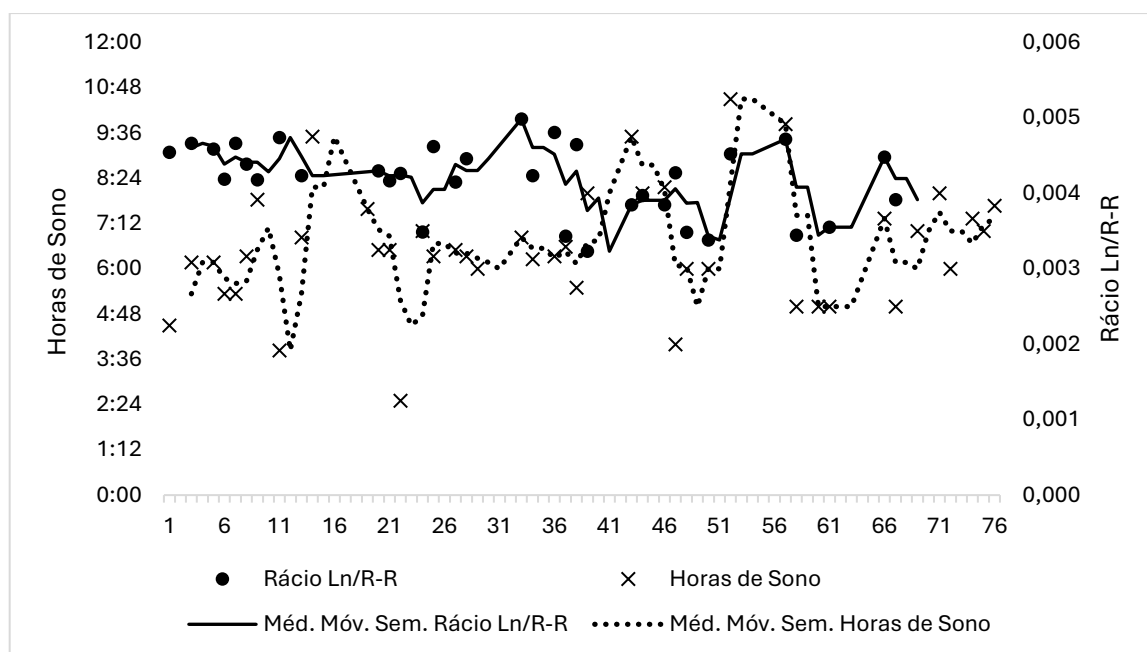


Figura 26 - Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R - Indiv 5

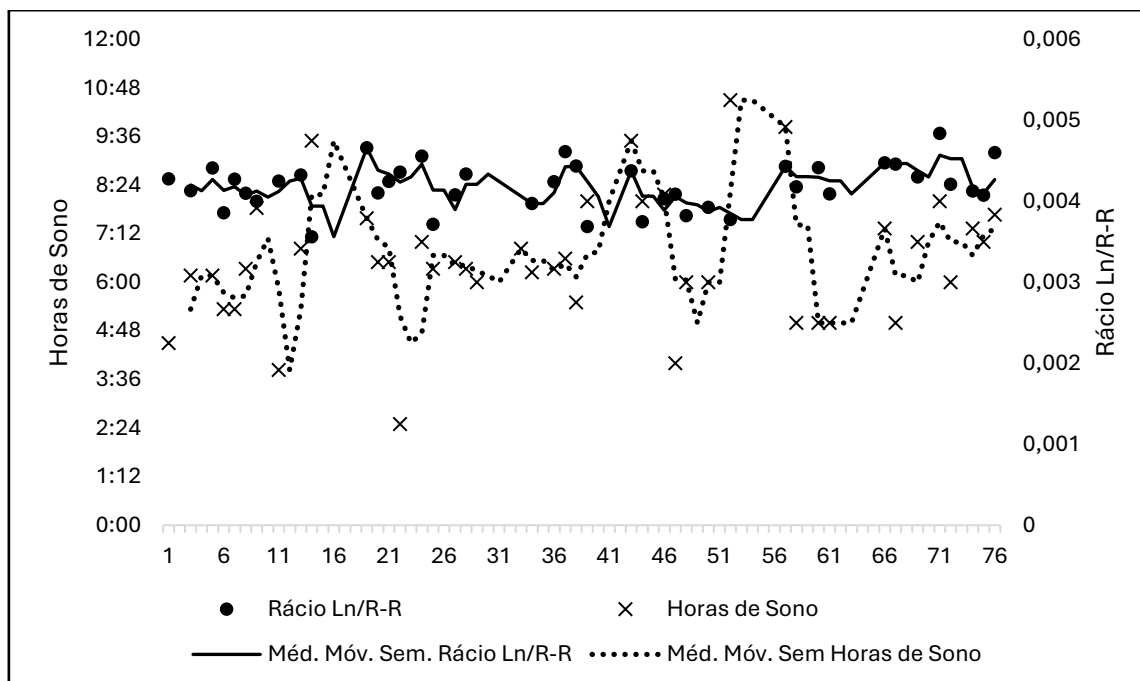


Figura 27 – Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R - Indiv 14

5.4. Relação TF e Fadiga

Ao analisar o TF foi possível perceber que, apesar da nota de TFB, de maneira geral, se manter relativamente constante do 4º para o 5º ano, a nota de TFAM subiu. Ao olhar para o rácio Ln rMSSD/R-R concluímos que, aparentemente, apenas um dos indivíduos parece estar em sobressolicitação, conforme evidenciado anteriormente. Assim relacionando estas duas variáveis, parece ser evidenciado que o TF, principalmente o TFAM, e a distribuição da carga ao longo do TPOI, estão construídos de maneira que possa haver uma progressão na forma física sem que se atinja um ponto de estagnação ou decadência. Os dados sugerem ainda que o TF antes do TPOI permite que os Aspirantes Alunos cheguem ao TPOI numa condição física que lhes permita suportar as exigências iniciais do mesmo, não entrando logo num estado de demasiada fadiga ou sobressolicitação.

CONCLUSÃO

A concretização do TPOI marca o expoente máximo da instrução militar no percurso de formação dos Oficiais de Infantaria na AM. Assim, é do interesse dos próprios formandos, mas também da AM e do Exército que o TPOI seja realizado com a melhor das capacidades físicas, permitindo assim a existência de uma maior predisposição para a aprender e participar por parte dos Aspirantes-Alunos. Posto isto, é importante perceber quais as capacidades físicas que permitem uma melhor gestão da fadiga.

O desenvolvimento das capacidades físicas está diretamente relacionado com o treino físico, e a variação da fadiga está relacionada com a reação do corpo à carga de treino. Assim, o presente estudo focou-se em perceber como é que a preparação física antes do TPOI poderia influenciar a variação da fadiga durante o mesmo. Para isto, foi estudado o TPOI do ano letivo 2023/2024, tendo servido como amostra 14 elementos do curso. Numa primeira fase desta investigação foi realizada uma pesquisa bibliográfica, após a qual foram recolhidos dados através de medições no terreno e recolha de dados de avaliações feitas em anos letivos anteriores.

Assim sendo, e respondendo à PD1: **“Existem diferenças estatisticamente significativas na condição física dos Aspirantes Alunos antes e durante o TPOI?”**, foi possível concluir que sim. Embora no TFB as notas do 4º para o 5º ano tenham variado muito pouco, podemos observar que as notas de TFAM, que é a componente do TF que visa avaliar a capacidade física de um militar à vistas das necessidades para estar apto para o combate, variaram, tendo aumentado cerca de 15% de um ano para o outro. Podemos assim concluir que, do ponto de vista físico, os Aspirantes alunos se encontram mais preparados para o combate.

Relativamente à PD2: **“Como se caracteriza a variação da carga física ao longo do TPOI?”**, foi possível perceber que a carga física no TPOI se caracteriza por uma fase inicial de ascensão, durante 4 semanas, seguida de uma fase de manutenção, até à 9ª semana. Após a fase de manutenção segue-se uma redução na carga, até à semana 11, de maneira que se possa depois atingir o período de maior carga, na semana 12. Por último assiste-se novamente a uma diminuição da carga.

Olhando para a PD3: **“Como se caracteriza a variação da fadiga ao longo do TPOI?”** é possível perceber que a fadiga oscila durante as diferentes fases do TPOI, com aumentos que podem ser destacados, nomeadamente nas semanas 7, 12 e 14. Foi ainda

possível perceber que em certos períodos pareceu haver uma redução na fadiga, como nas semanas 9 a 11.

Respondendo à PD4: **“Como se relaciona a variação da carga física com a variação da fadiga ao longo do TPOI?”** é possível perceber que a fadiga tem tendência a resultar das variações da carga de treino e das horas de sono ao longo do TPOI, aumentando quando as primeiras aumentam, e aumentando quando as segundas diminuem. São assim de destacar os picos de fadiga resultantes das semanas 7, 12 e 14, coincidentes com reduções nas horas de sono e aumentos na carga de treino.

Quanto à PD5: **“Como se relaciona a condição física dos Aspirantes Alunos com a variação da fadiga?”** não parece haver uma relação direta entre a variação da fadiga e a condição física dos Aspirantes Alunos, parecendo apenas haver um aumento na condição física específica da condição militar, avaliada em TFAM.

Após as respostas às PD, estão agora reunidas as condições para responder à PP **“Como é que a preparação física antes do TPOI influencia a variação da fadiga durante o TPOI?”**. A preparação física antes do TPOI parece permitir que os Aspirantes Alunos não atinjam períodos de sobressolicitação durante o TPOI, evitando assim que estes estejam sobre estados de demasiada fadiga. O TPOI, por si só, já induz fadiga resultante das insuficientes horas de sono durante a semana, assim, a preparação física antes do TPOI revela-se importante, no sentido de impedir que a fadiga resultante da carga de treino, quando somada com a fadiga já resultante da falta de horas de sono, leve a estados de sobressolicitação ou de elevada fadiga. Assim, a fadiga parece ser afetada negativamente pela preparação física antes do TPOI, no sentido em que uma melhor preparação física parece levar a uma menor acumulação de fadiga durante o mesmo.

Principais Contributos

Os contributos desta investigação dividem-se em três partes. Primeiramente, esta investigação permitiu desenvolver uma hipótese de método sistemático para classificar a carga de treino durante a diversas atividades realizadas durante o TPOI, de acordo com referências da NATO. De seguida, procurou perceber que variáveis da FC poderiam estar relacionadas com a variação da fadiga ao longo do TPOI e como é que estas poderiam ser usadas para referenciar estados de maior fadiga. Neste âmbito foi possível perceber que o rácio $\ln rMSSD/R-R$ parece responder às variações de carga induzidas no corpo, sugerindo uma relação entre o mesmo e a fadiga de um dado indivíduo. Por último, esta investigação

procurou estabelecer uma relação entre a preparação física antes do TPOI e a fadiga durante o mesmo, tendo sugerido que existe uma validação dos resultados do TF realizado antes do TPOI, uma vez que apenas um dos participantes pareceu estar num estado de sobressolicitação.

Limitações

As principais limitações deste estudo prendem-se com as medições de HRV realizadas, uma vez que o estudo acompanha um curso exigente e os participantes não têm a predisposição para realizar as medições todos os dias. É ainda relevante referir que a existência de exercícios de campo impossibilitou a recolha de medições em períodos que podem ter impacto direto na fadiga. Além disso, é difícil quantificar a carga de treino de maneira exata, uma vez que esta quantificação foi feita com base no planeado em horário, mas que na realidade podem surgir alterações no dia a dia resultantes de fatores inopinados como a disponibilidade dos instrutores, de meios para as instruções ou outros. O reduzido tamanho da amostra também é um fator limitante, uma vez que apenas foi possível usar um curso, devido ao período temporal da investigação.

Recomendações

Para investigações futuras no âmbito da fadiga, recomenda-se que sejam recolhidas medições de FC e das horas de sono todos os dias, de maneira a haver um registo contínuo e diretamente relacionado com a carga. Neste âmbito, seria interessante também que houvesse disponibilidade por parte das equipas de instrução para a possibilidade da realização de medições de FC em períodos de exercícios de campo, em horários semelhantes aos das medições em dias normais. Para investigações futuras na área da preparação física, seria interessante avaliar com mais detalhe as diferentes capacidades físicas existentes com provas antes e depois do TPOI para posteriormente relacionar estas capacidades com a prestação física no TPOI e com a variação da fadiga, em vez de avaliar a capacidade física de forma geral, como resultado das notas de TFB e TFAM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSM. (2010). *ACSM'S Health-Related Physical Fitness Assessment Manual*.
- Almeida, C. F. de. (2022). *A influência da composição corporal e da aptidão física no desempenho de um circuito militar*. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.
- Alvar, B. A., Sell, K., Deuster, P. A., & National Strength & Conditioning Association (U.S.). (2017). *NSCA's essentials of tactical strength and conditioning*.
- Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart Rate Variability in Athletes. Em *Sports Med* (Vol. 33, Número 12).
- Bestwick-Stevenson, T., Toone, R., Neupert, E., Edwards, K., & Kluzek, S. (2021). Assessment of Fatigue and Recovery in Sport: Narrative Review. *International Journal of Sports Medicine*, 43(14), 1151–1162. <https://doi.org/10.1055/a-1834-7177>
- Borges, J. M. (2017). Teoria e Metodologia do Treino Desportivo - Modalidades Individuais. Em *MANUAL DE CURSO DE TREINADORES DE DESPORTO // GRAU II (IPDJ)*. <https://www.researchgate.net/publication/321600875>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5 FEB. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>
- Buchheit, M., Chivot, A., Parouty, J., Mercier, D., Al Haddad, H., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2010). Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *European Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1153–1167. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1317-x>
- Carvalho, C., & Carvalho, A. (2006). Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2006(2), 241–248. <https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.241>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. SAGE.
- Cunha, P. (2016). Teoria e Metodologia do Treino Desportivo - Modalidades Coletivas. Em *MANUAL DE CURSO DE TREINADORES DE DESPORTO // GRAU II (IPDJ)*.
- Diretiva N.26 Tirocinio para Oficial das Armas (2023).
- Dong, J. G. (2016). The role of heart rate variability in sports physiology (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, 11(5), 1531–1536. <https://doi.org/10.3892/etm.2016.3104>
- EME. (2002). *Regulamento de Educação Física do Exército*.

- Freixo, M. J. (2012). *Metodologia Científica: Fundamentos Métodos e Técnicas* (4ª edição). Instituto PIAGET.
- Gibson, A. S. C., Baden, D. A., Lambert, M. I., Lambert, E. V, Harley, Y. X. R., Hampson, D., Russell, V. A., & Noakes, T. D. (2003). CURRENT OPINION The Conscious Perception of the Sensation of Fatigue. Em *Sports Med* (Vol. 33, Número 3).
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Henriques, A., & Medeiros, J. B. (2017). *Metodologia Científica na Pesquisa*. Atlas.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- IUM. (2019). *Orientações Metodológicas* (2ª).
- Kreider, R. B., Fry, A. C., & O'Toole, M. L. (1998). *Overtraining in Sport* (3ª). Human Kinetics.
- Maupin, D., Schram, B., & Orr, R. (2019). *Tracking Training Load and Its Implementation in Tactical Populations: A Narrative Review*. <http://journals.lww.com/nsca-scj>
- Mil-Homens, P. (2005). Qualidades Físicas - Força. Em *Texto de Apoio*.
- Miller, N. L., Matsangas, P., & Shattuck, L. G. (2007). *Fatigue and its Effect on Performance in Military Environments*.
- NATO. (2013). *Management of Heat and Cold Stress Guidance to NATO Medical Personnel Distribution and Availability on Back Cover*. www.sto.nato.int
- Plews, D. J., Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2016). Day-to-day heart-rate variability recordings in world-champion rowers: Appreciating unique athlete characteristics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 697–703. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0343>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training A case comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3729–3741. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2354-4>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Rama, L. (2016). Teoria e Metodologia do Treino - Modalidades Individuais. Em *Manual de Curso de Treinadores de Desporto // Grau I*. Instituto Português do Desporto e Juventude.
- Rosado, D. P. (2017). *Elementos Essenciais de Sociologia Moderna*. Gradiva.

- Sandercock, G. R. H., Bromley, P. D., & Brodie, D. A. (2005). Effects of exercise on heart rate variability: Inferences from meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 433–439. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000155388.39002.9D>
- SFEFDE. (2022a). *Protocolo de Avaliação Treino Físico Base 2022/2023*.
- SFEFDE. (2022b). *Protocolo de Avaliação Treino Físico de Aplicação Militar 2022/2023*.
- Singh, N., Moneghetti, K. J., Christle, J. W., Hadley, D., Plews, D., & Froelicher, V. (2018). Heart rate variability: An old metric with new meaning in the era of using mhealth technologies for health and exercise training guidance. Part one: Physiology and methods. *Arrhythmia and Electrophysiology Review*, 7(3), 193–198. <https://doi.org/10.15420/aer.2018.27.2>
- Stanley, J., Peake, J. M., & Buchheit, M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sports Medicine*, 43(12), 1259–1277. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>
- Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). Monitoring fatigue status in elite team-sport athletes: Implications for practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 27–34. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0434>
- Weeks, S. R., McAuliffe, C. L., DuRussel, D., & Pasquina, P. F. (2010). Physiological and Psychological Fatigue in Extreme Conditions: The Military Example. *PM and R*, 2(5), 438–441. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.023>

APÊNDICES

Apêndice A – FCR Semanal Por Indivíduo

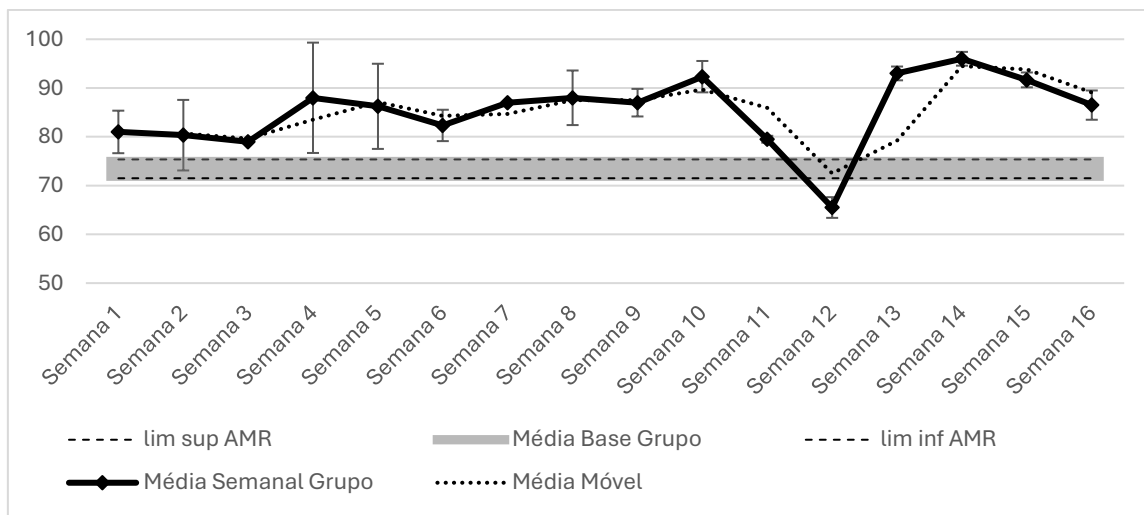


Figura 28 - Variação FCR Indiv 1

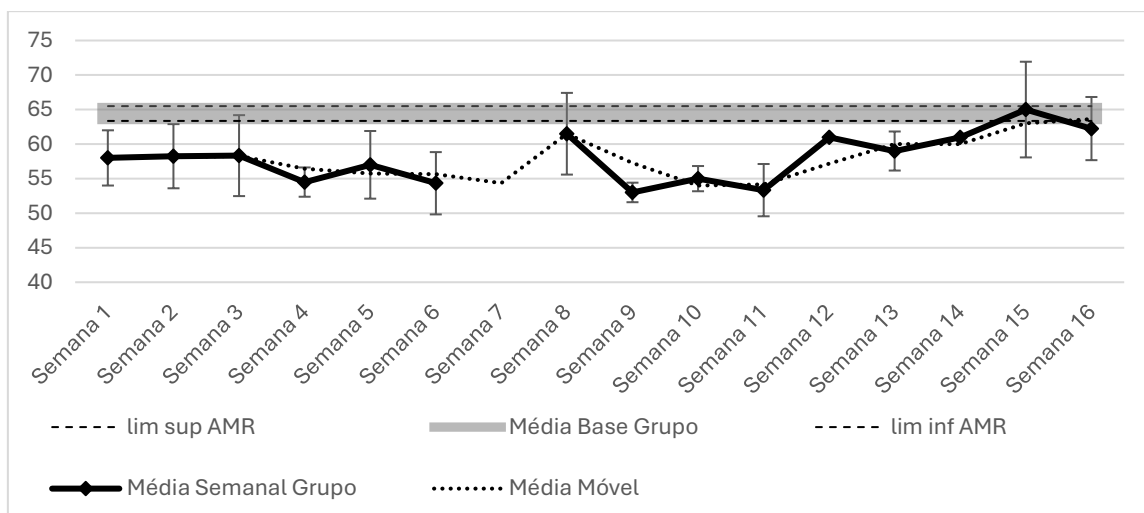


Figura 29 - Variação FCR Indiv 2

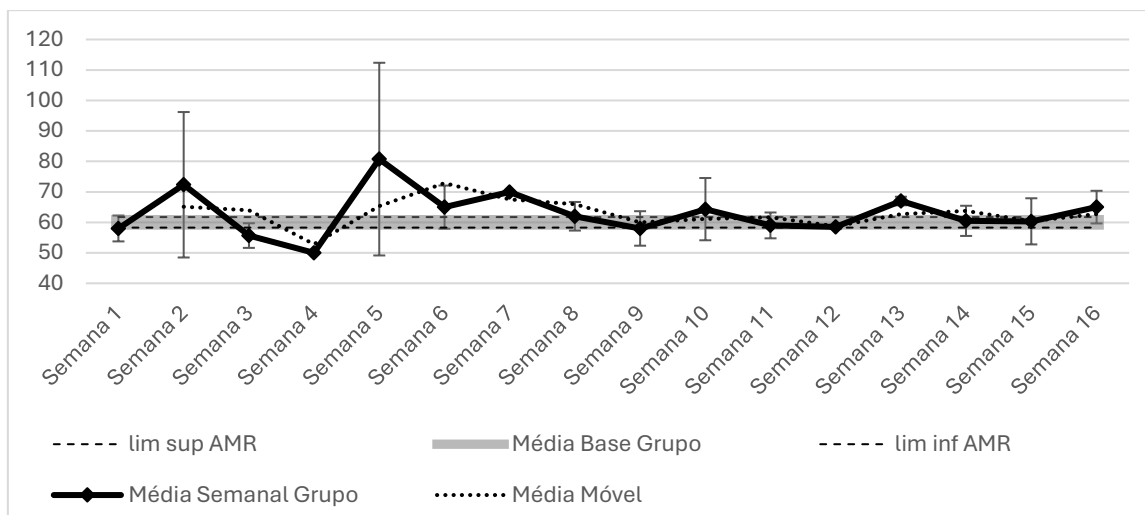


Figura 30 - Variação FCR Indiv 3

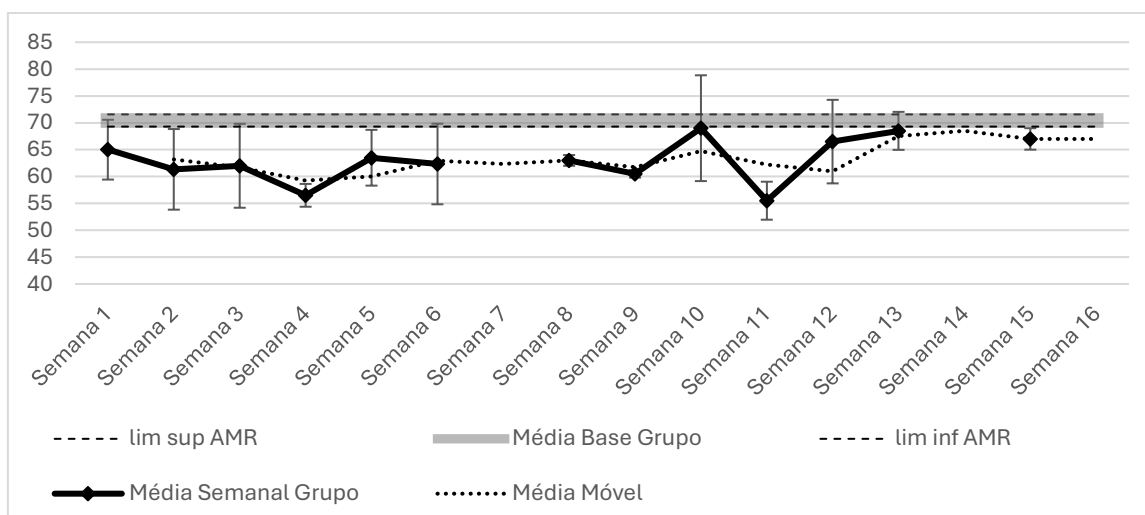


Figura 31 - Variação FCR Indiv 4

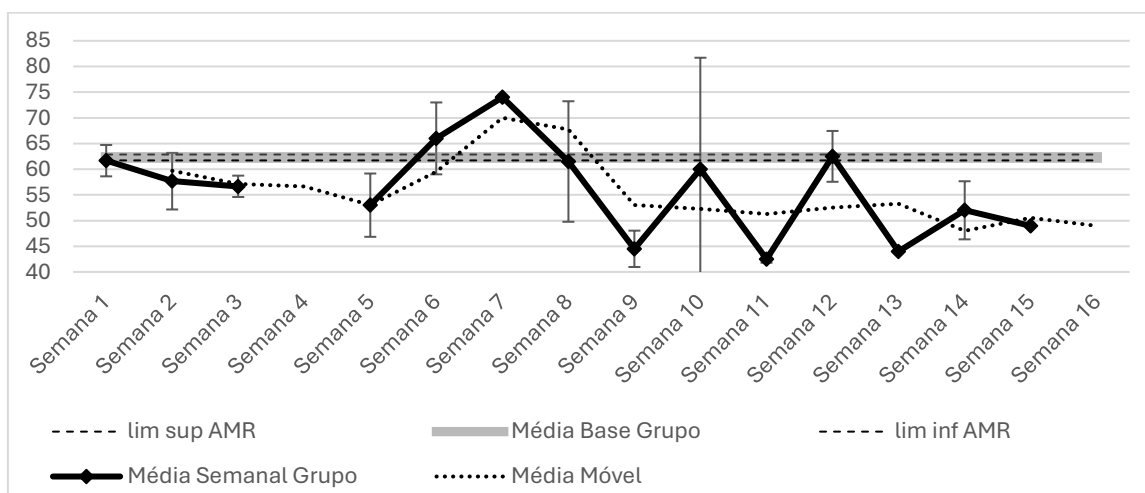


Figura 32 - Variação FCR Indiv 5

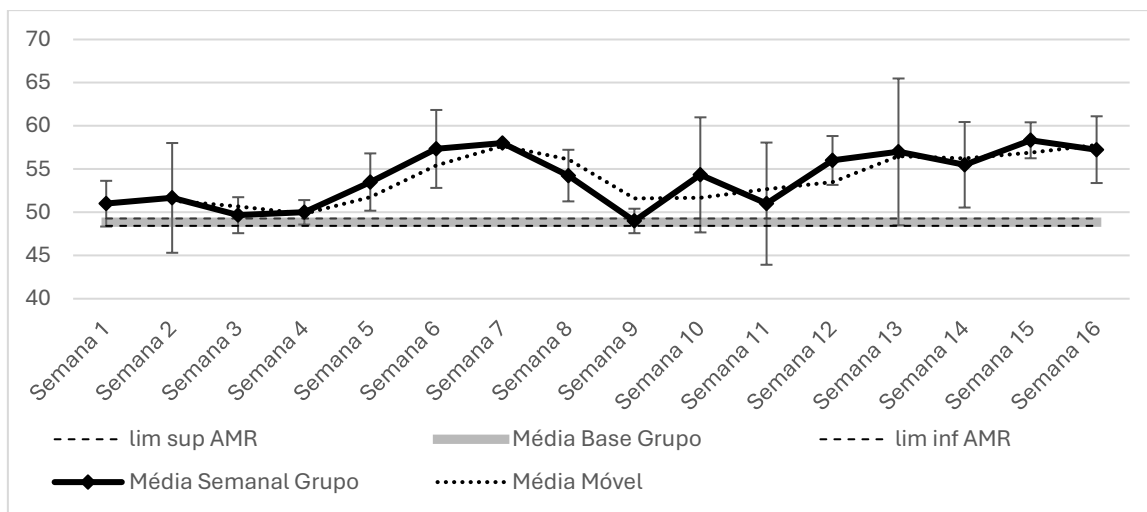


Figura 33 - Variação FCR Indiv 6

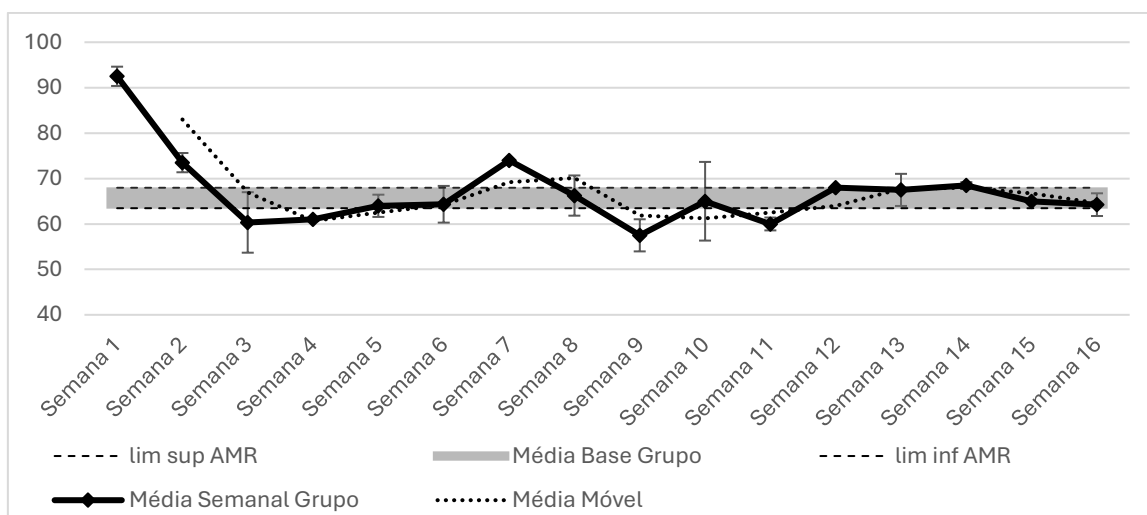


Figura 34 - Variação FCR Indiv 7

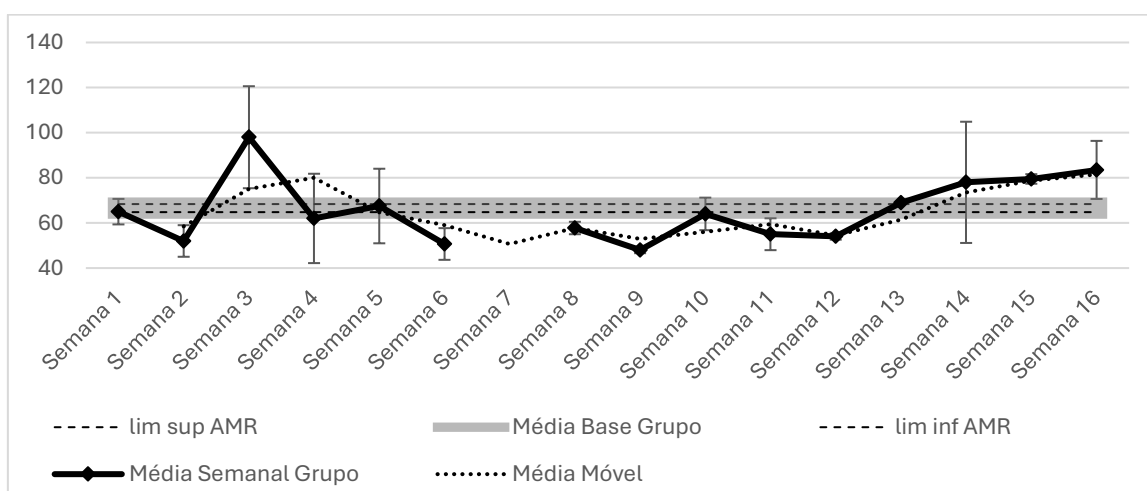


Figura 35 - Variação FCR Indiv 8

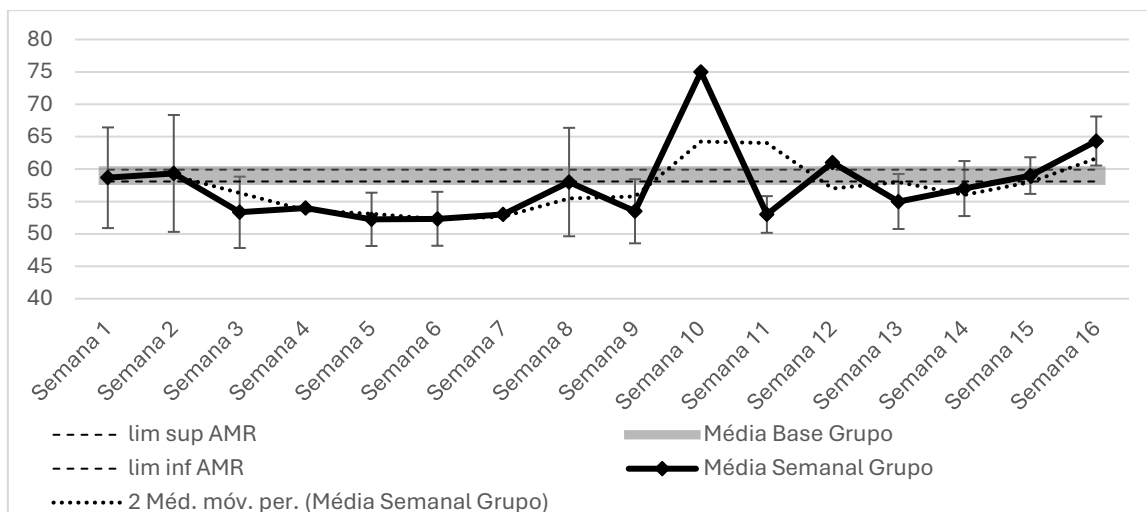


Figura 36- Variação FCR Indiv 9

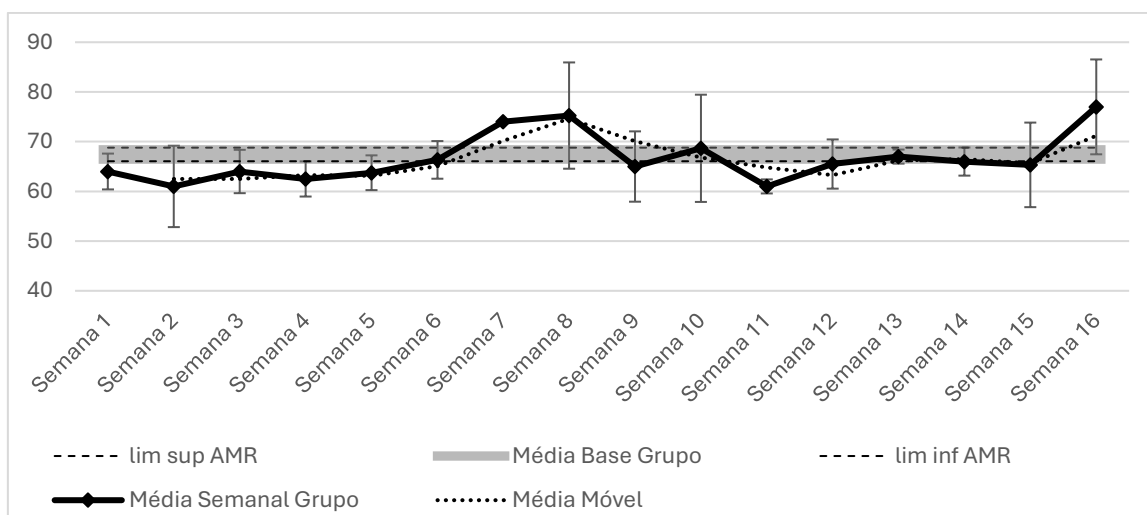


Figura 37 - Variação FCR Indiv 10

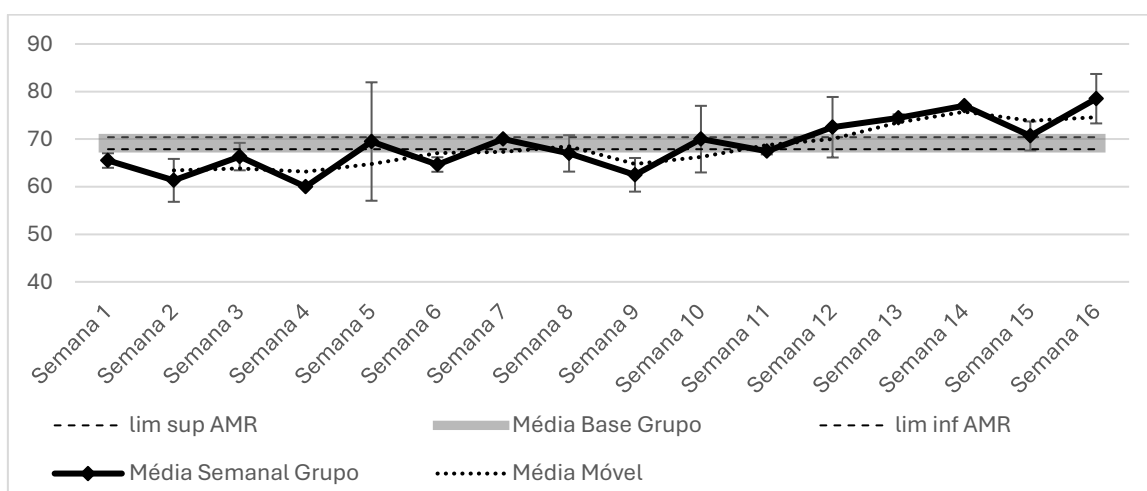


Figura 38 - Variação FCR Indiv 11

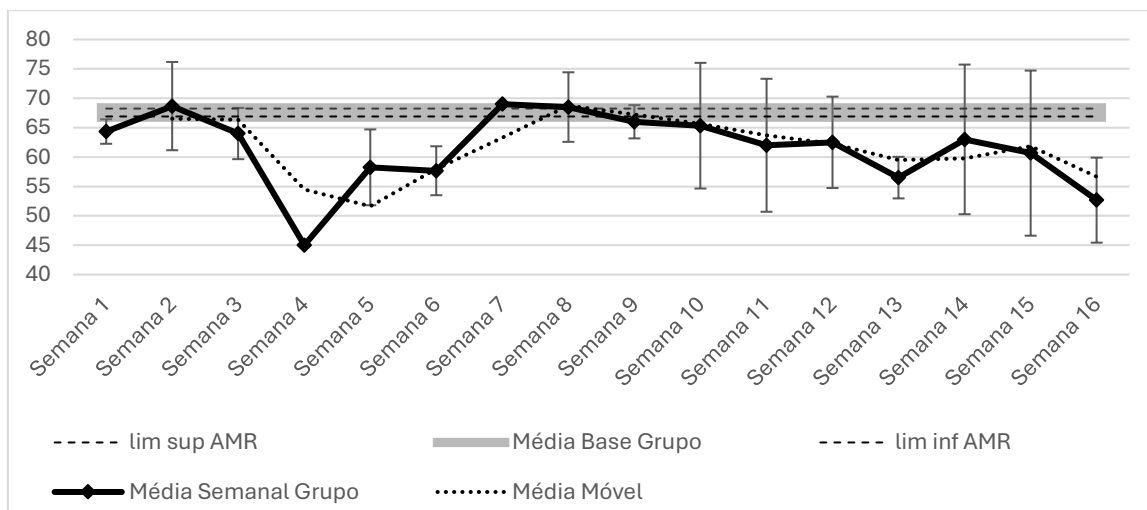


Figura 39 - Variação FCR Indiv 12

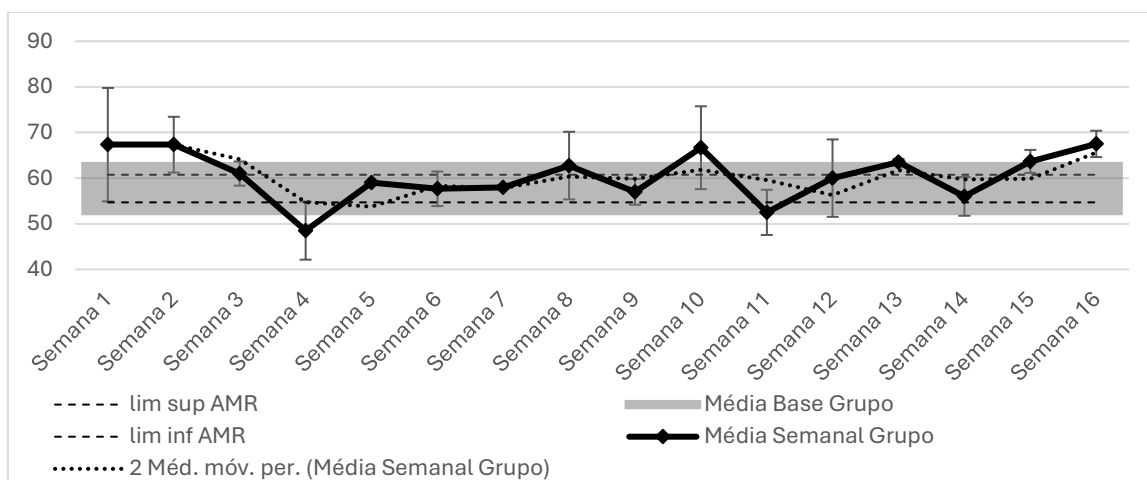


Figura 40 - Variação FCR Indiv 13

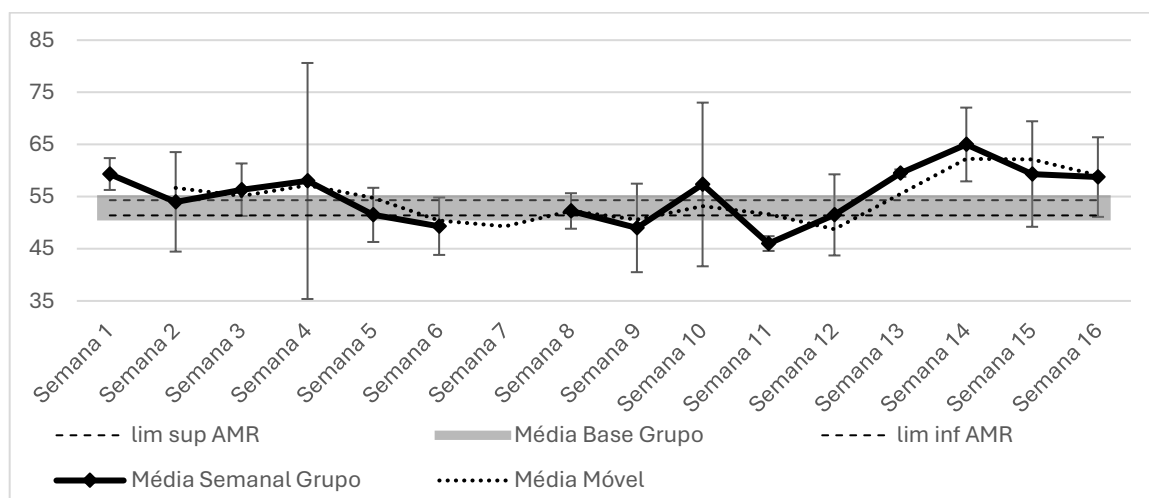


Figura 41 - Variação FCR Indiv 14

Apêndice B – VFC Por Indivíduo

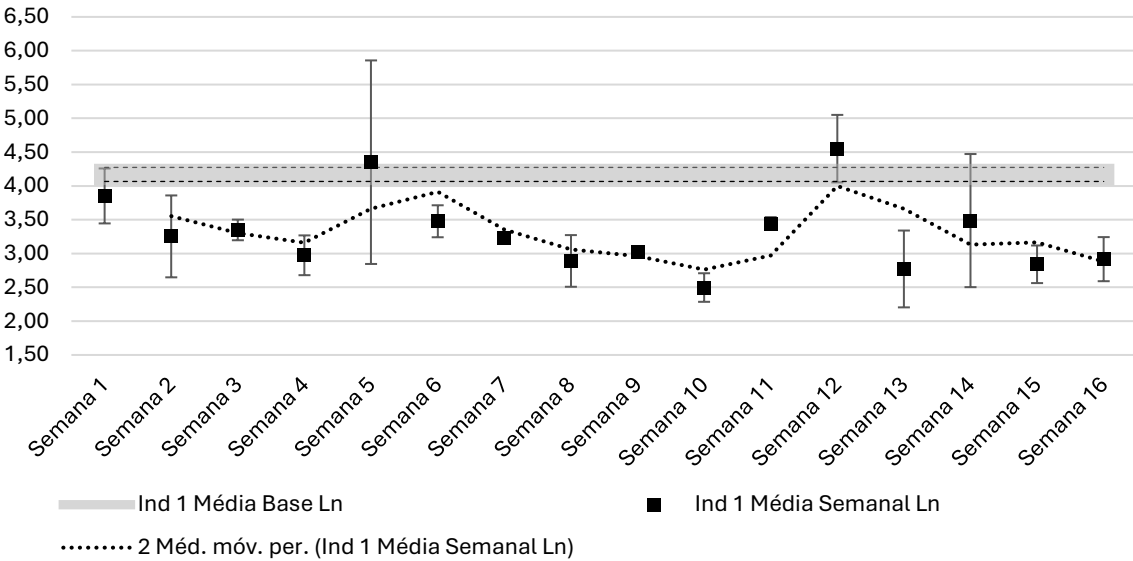


Figura 42 - Variação Semanal Ln - Indiv 1

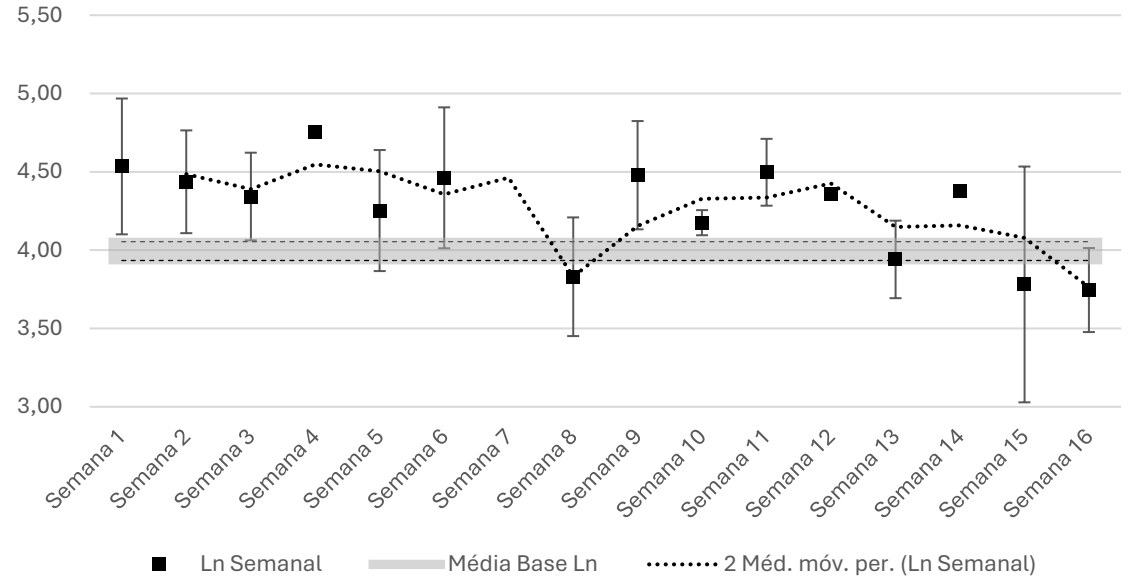


Figura 43 - Variação Semanal Ln - Indiv 2

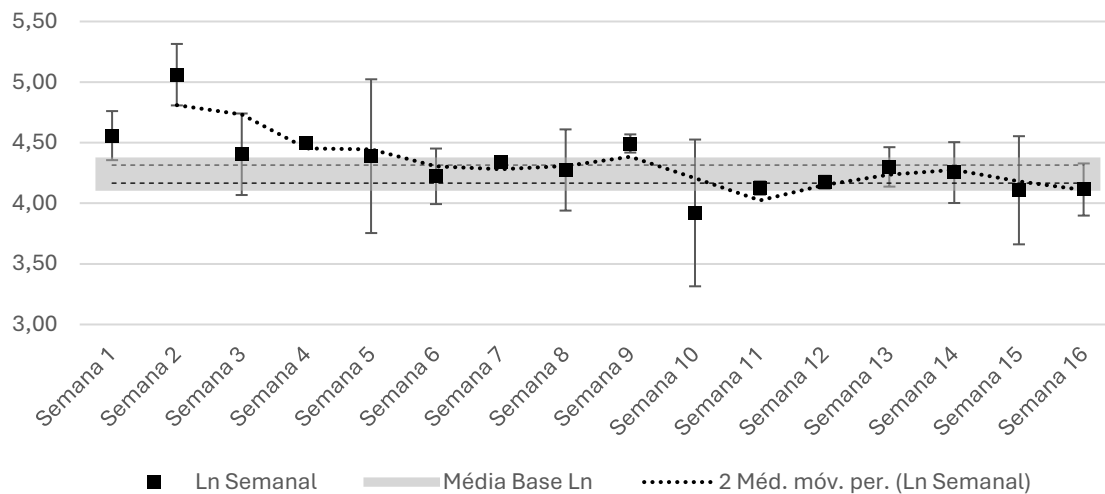


Figura 44 - Variação Semanal Ln - Indiv 3

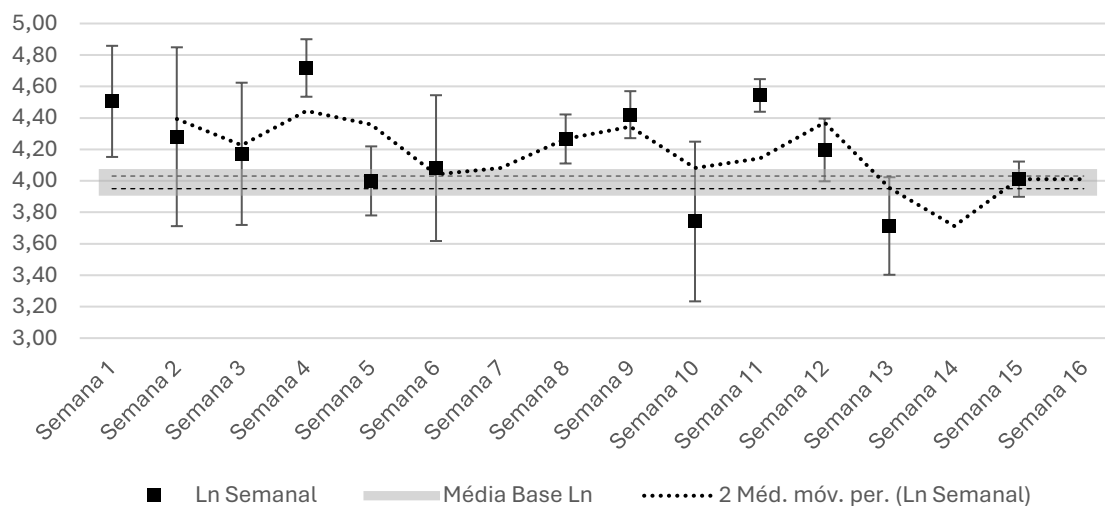


Figura 45 - Variação Semanal Ln - Indiv 4

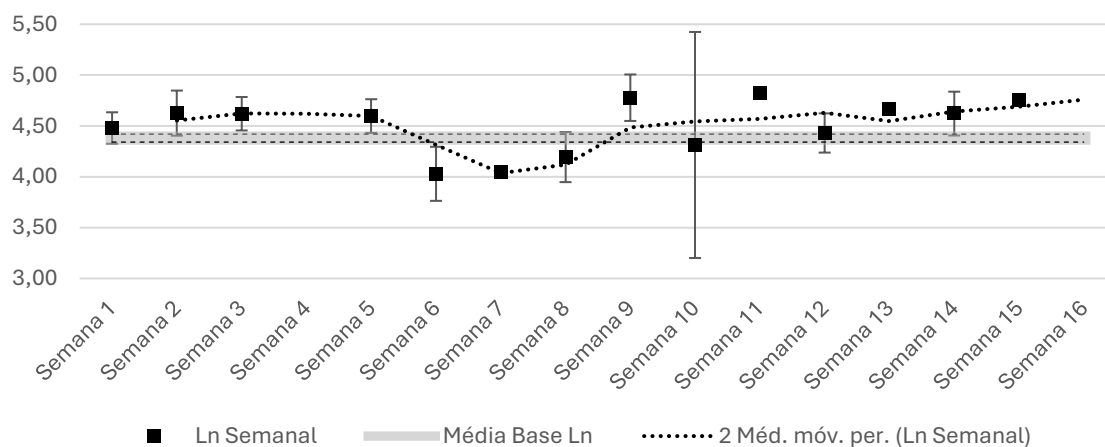


Figura 46 - Variação Semanal Ln - Indiv 5

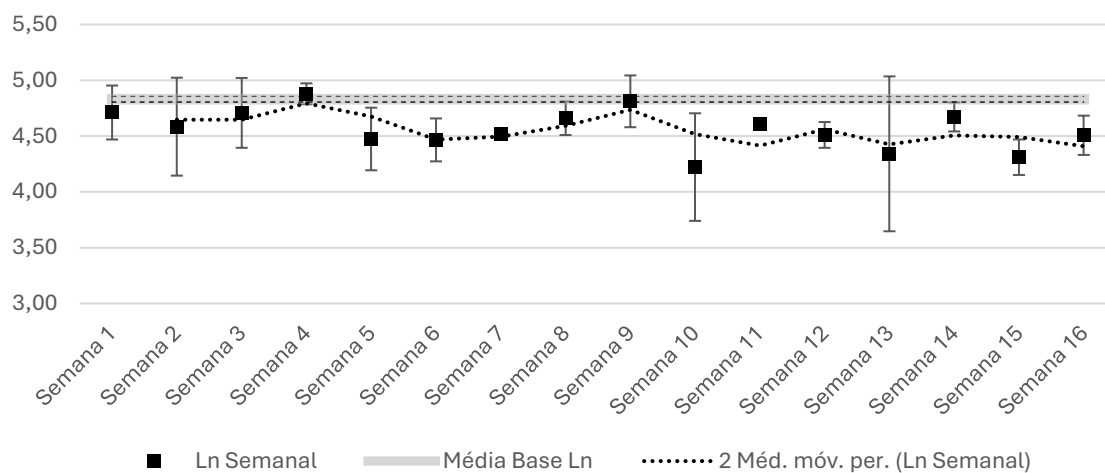


Figura 47 - Variação Semanal Ln - Indiv 6

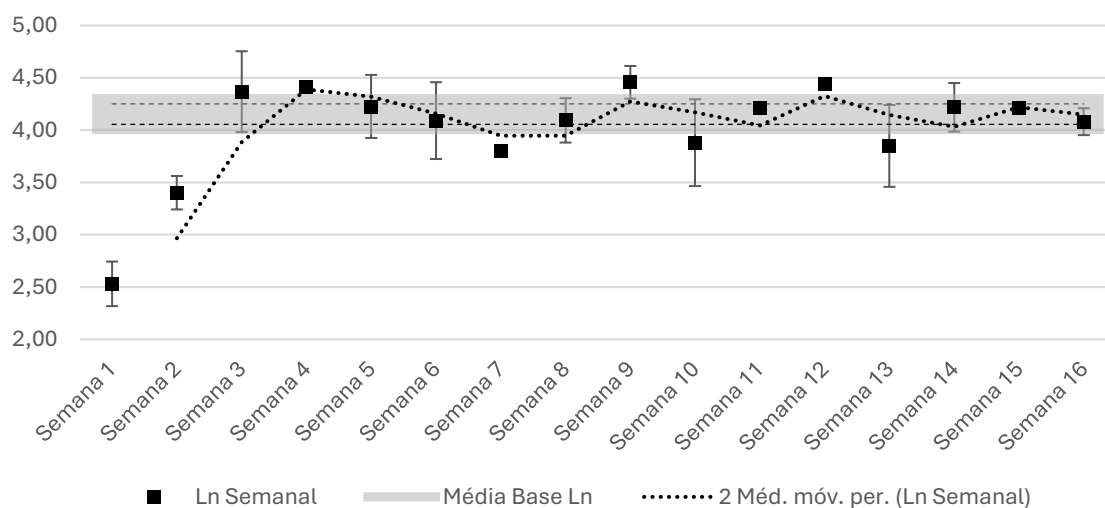


Figura 48 - Variação Semanal Ln - Indiv 7

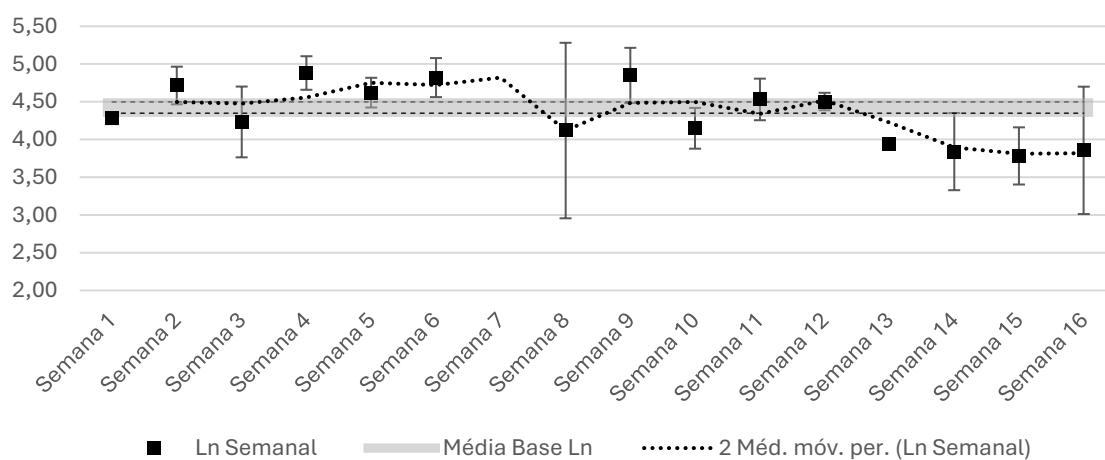


Figura 49 - Variação Semanal Ln - Indiv 8

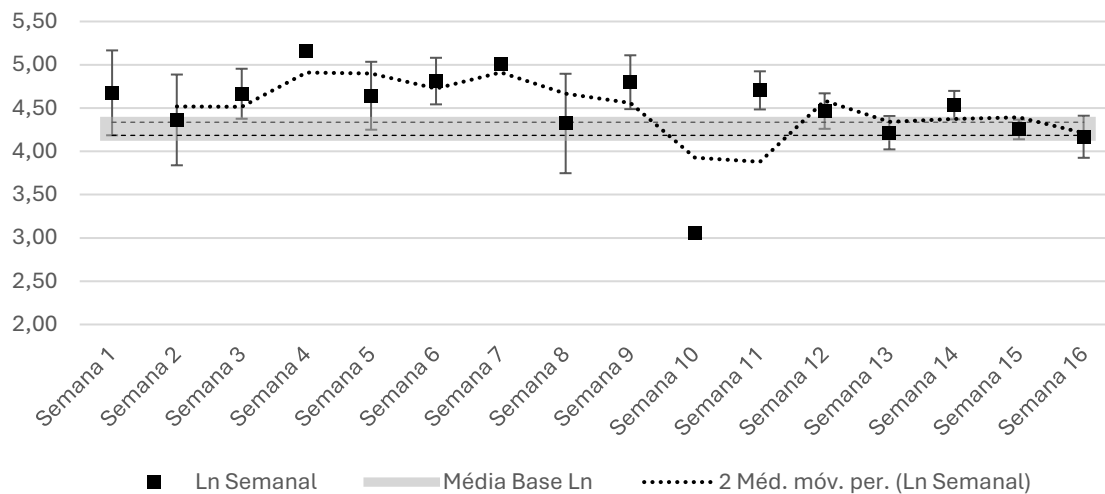


Figura 50 - Variação Semanal Ln - Indiv 9

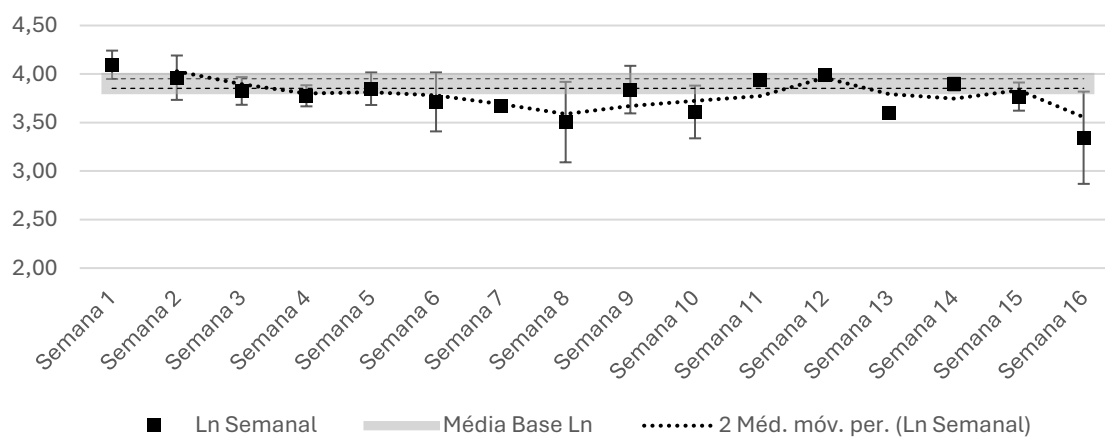


Figura 51 - Variação Semanal Ln - Indiv 10

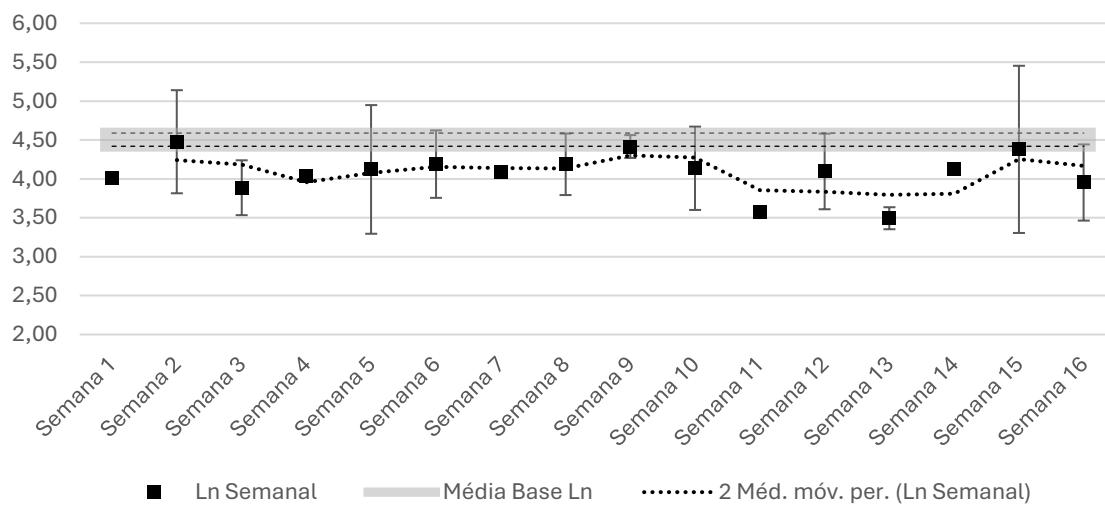


Figura 52 - Variação Semanal Ln - Indiv 11

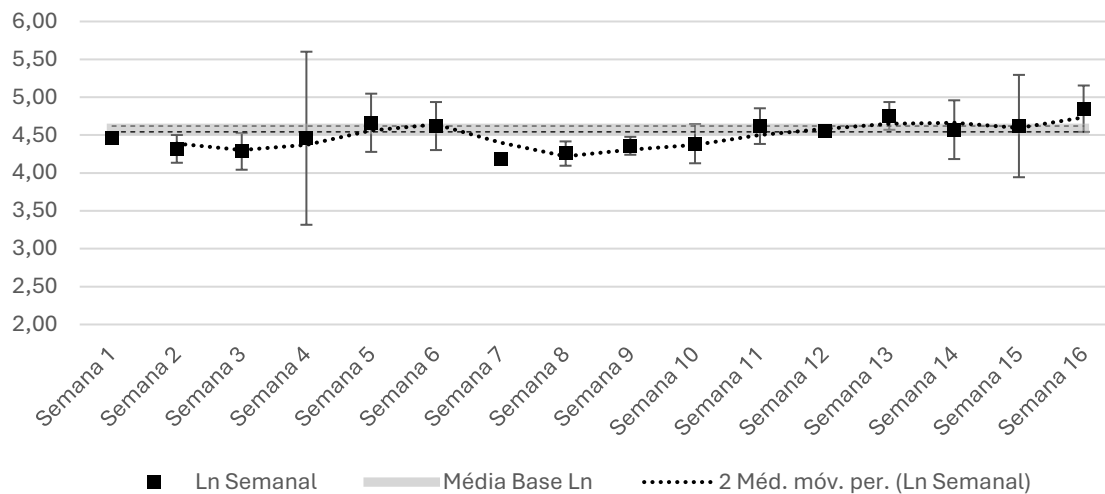


Figura 53 - Variação Semanal Ln - Indiv 12

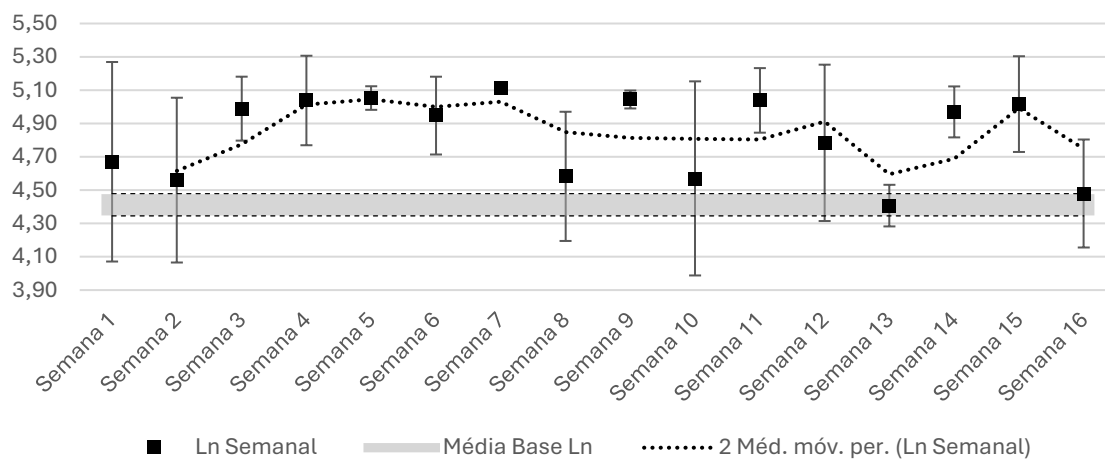


Figura 54 - Variação Semanal Ln - Indiv 13

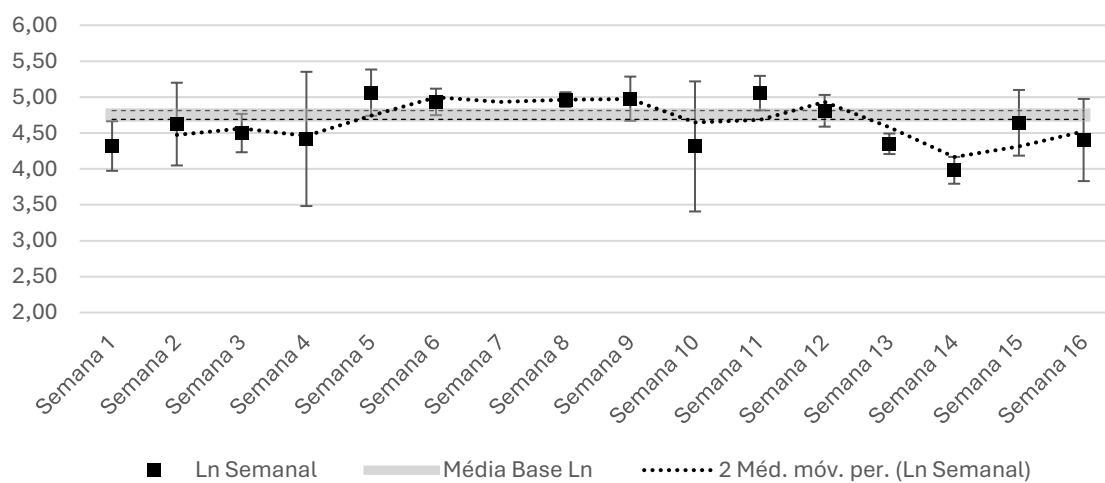


Figura 55 - Variação Semanal Ln - Indiv 14

Apêndice C – Rácio Ln/R-R Por Indivíduo

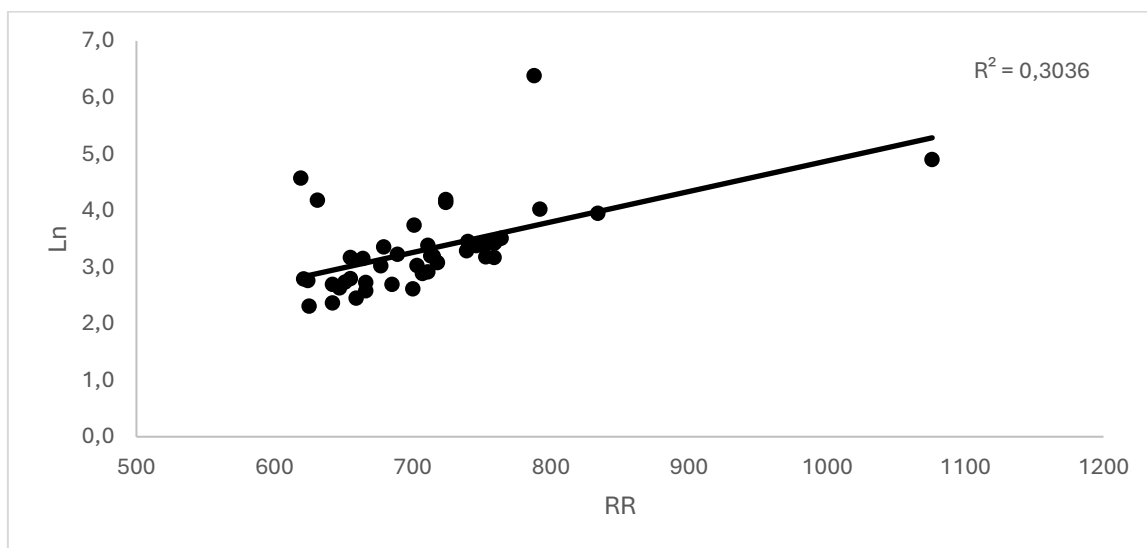


Figura 56 – Rácio Ln/R-R Indiv 1

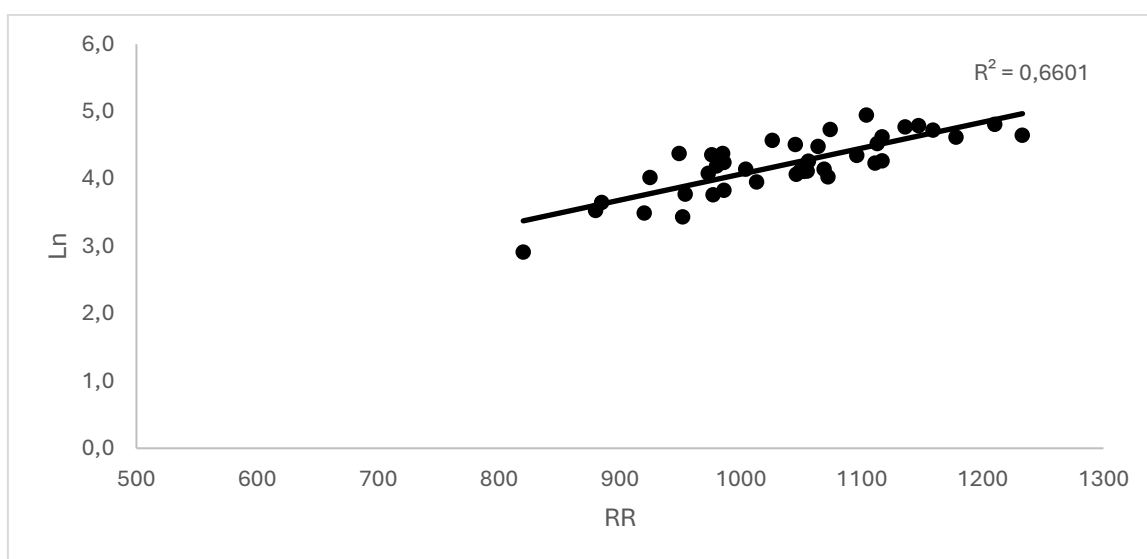


Figura 57 – Rácio Ln/R-R Indiv 2

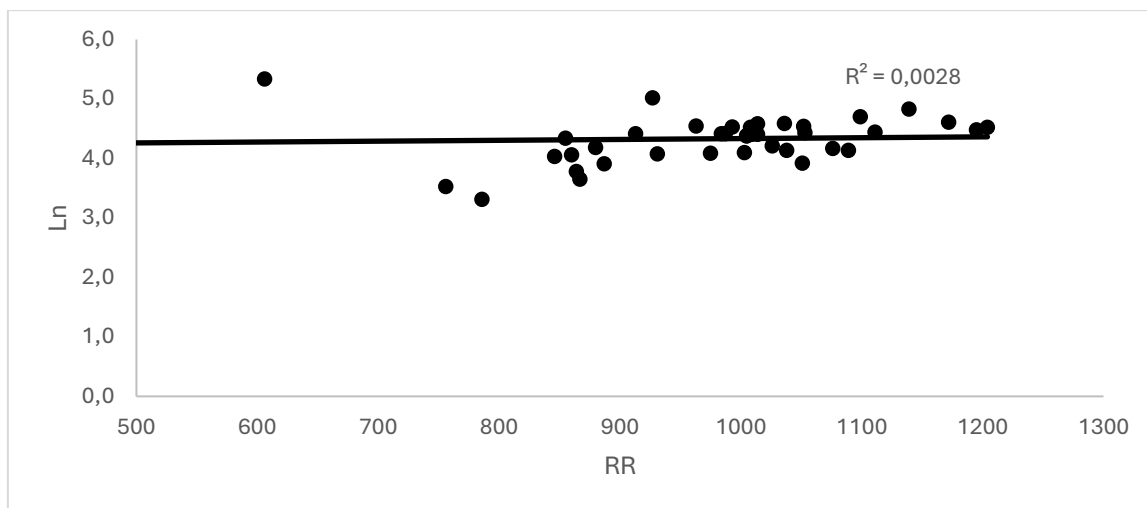


Figura 58 – Rácio Ln/R-R Indiv 3

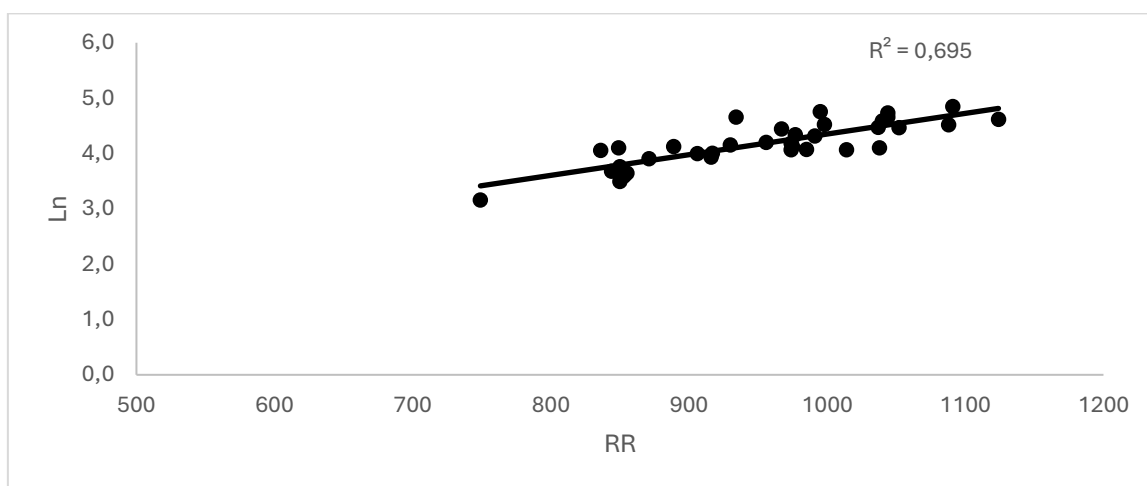


Figura 59 – Rácio Ln/R-R Indiv 4

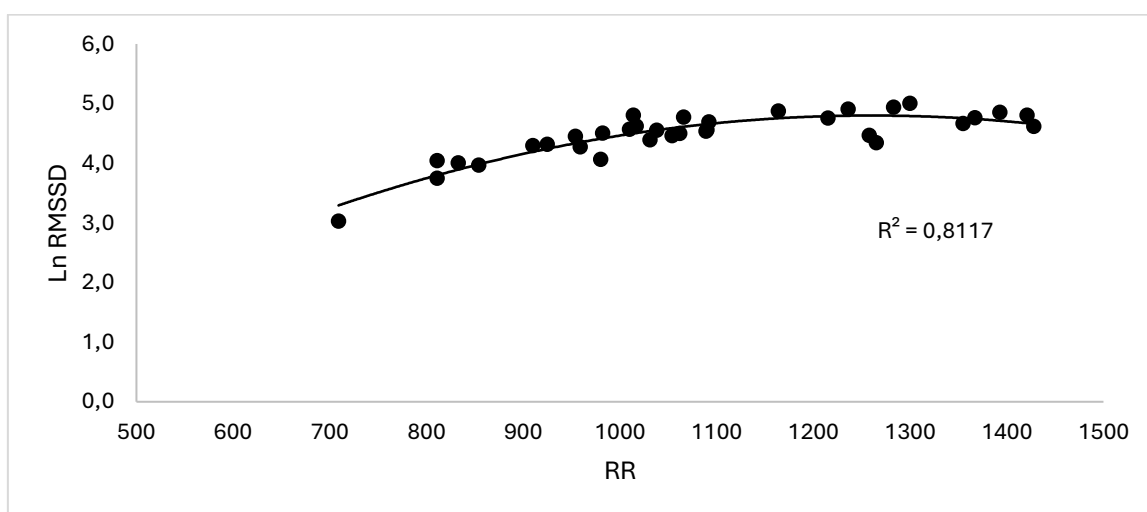


Figura 60 – Rácio Ln/R-R Indiv 5

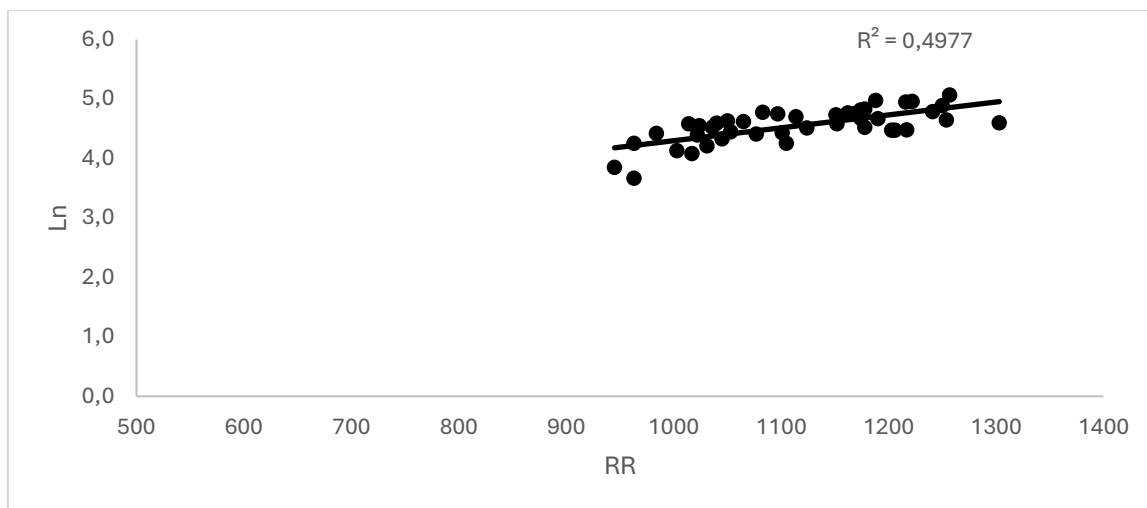


Figura 61 – Rácio Ln/R-R Indiv 6

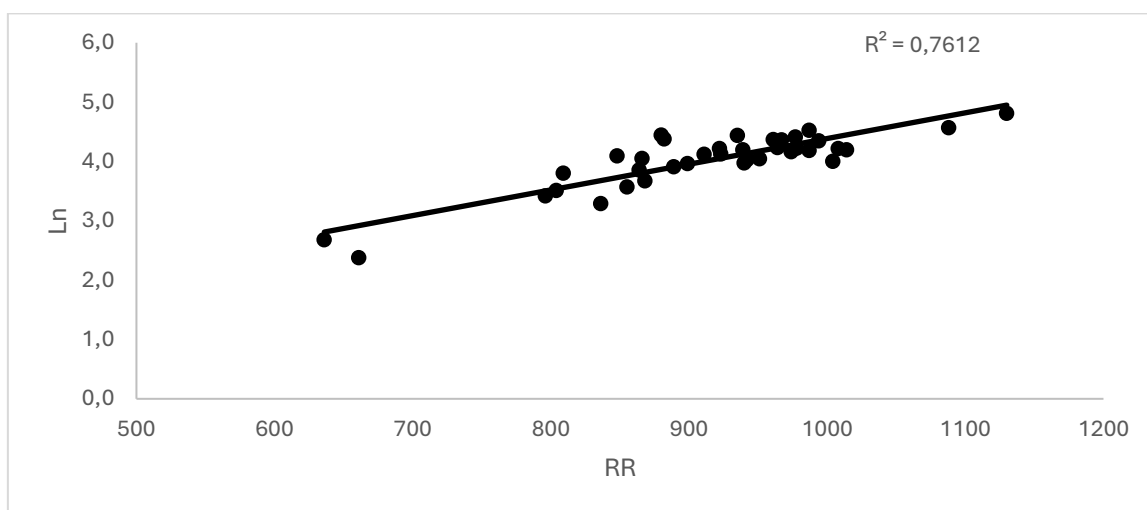


Figura 62 – Rácio Ln/R-R Indiv 7

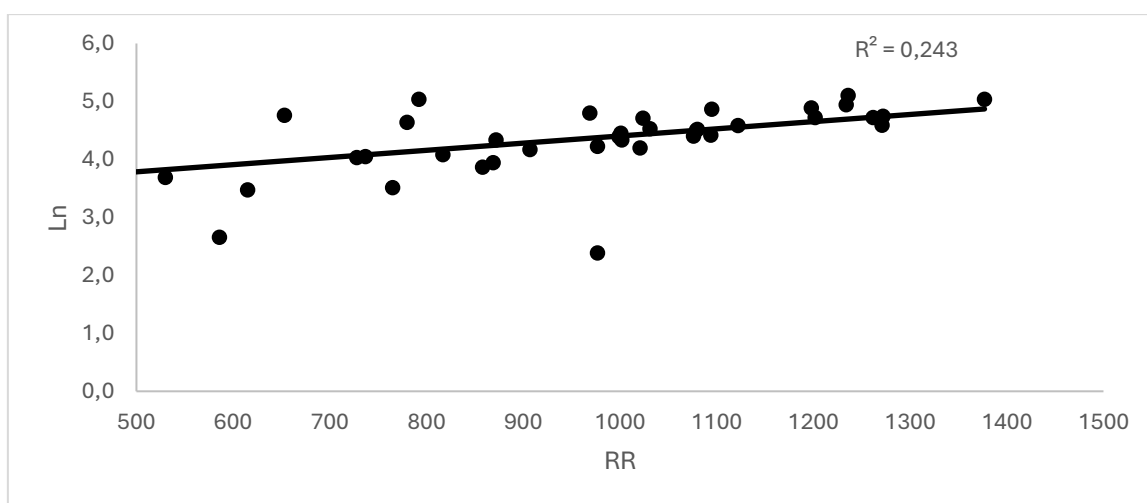


Figura 63 – Rácio Ln/R-R Indiv 8

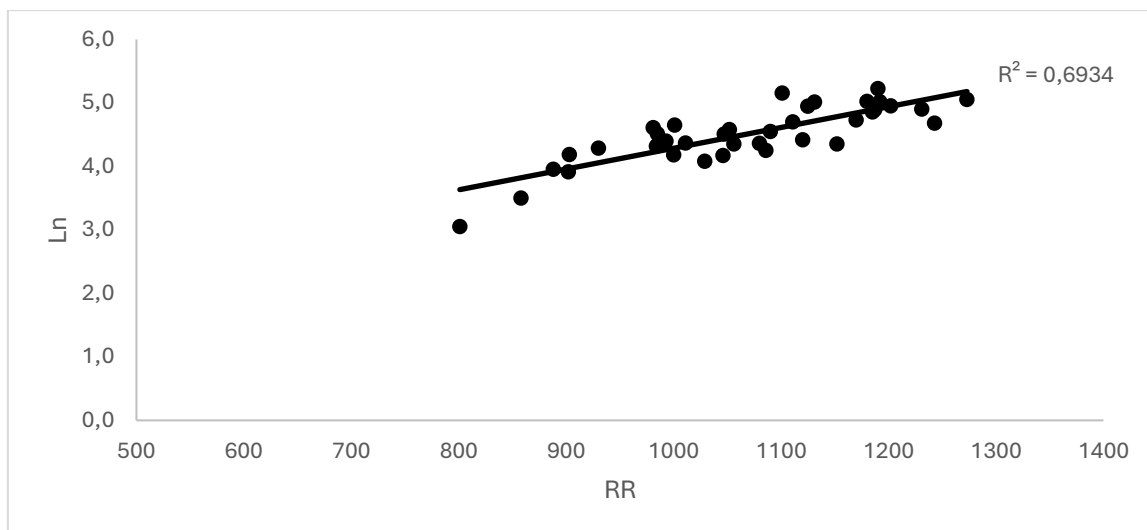


Figura 64 – Rácio Ln/R-R Indiv 9

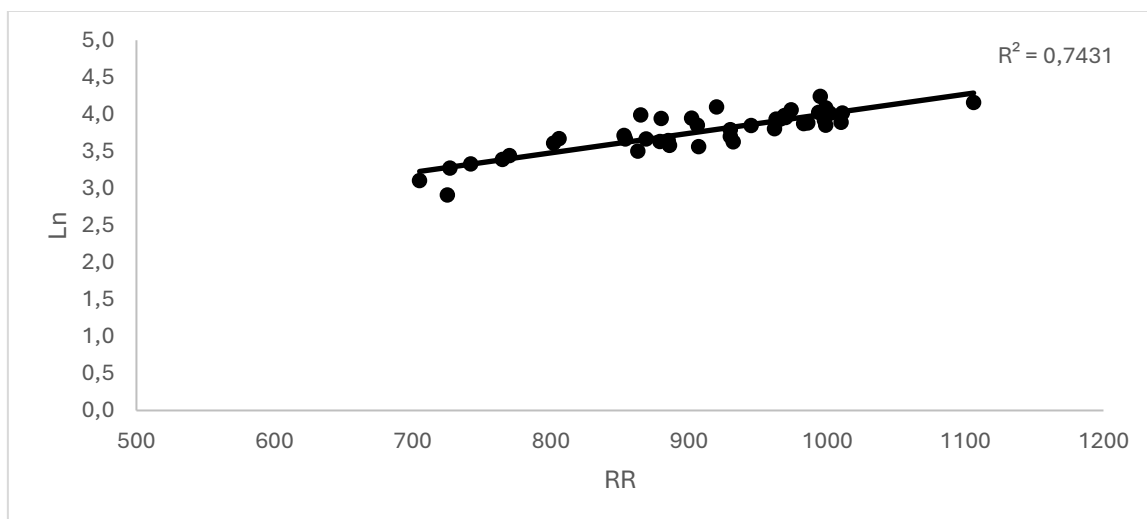


Figura 65 – Rácio Ln/R-R Indiv 10

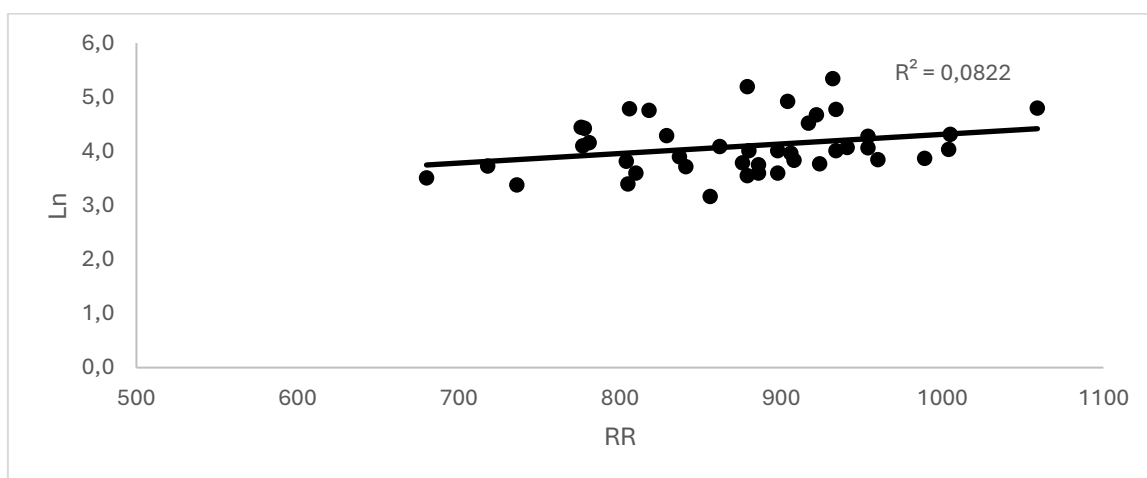


Figura 66 – Rácio Ln/R-R Indiv 11

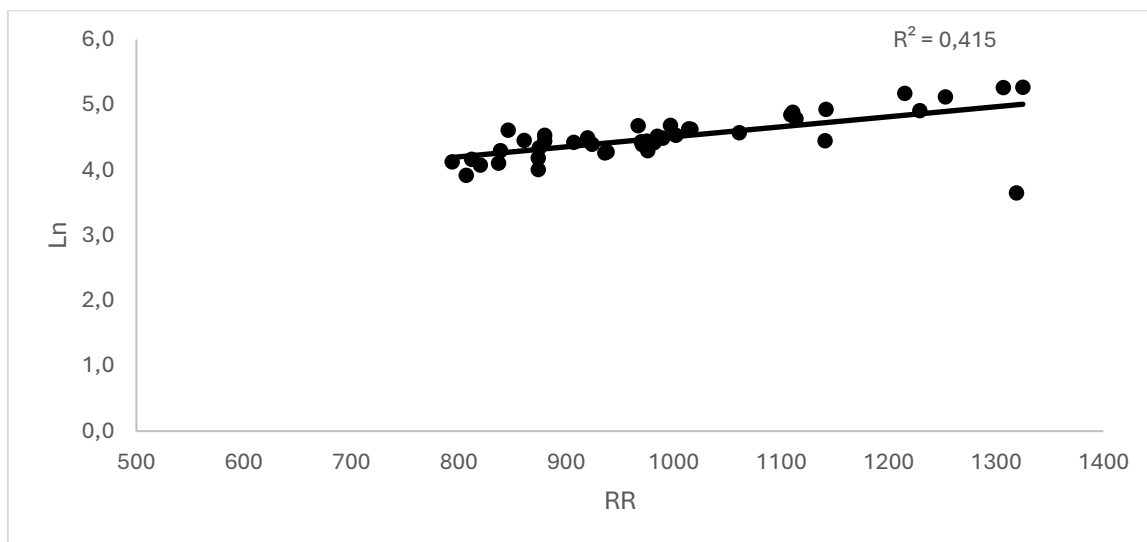


Figura 67 – Rácio Ln/R-R Indiv 12

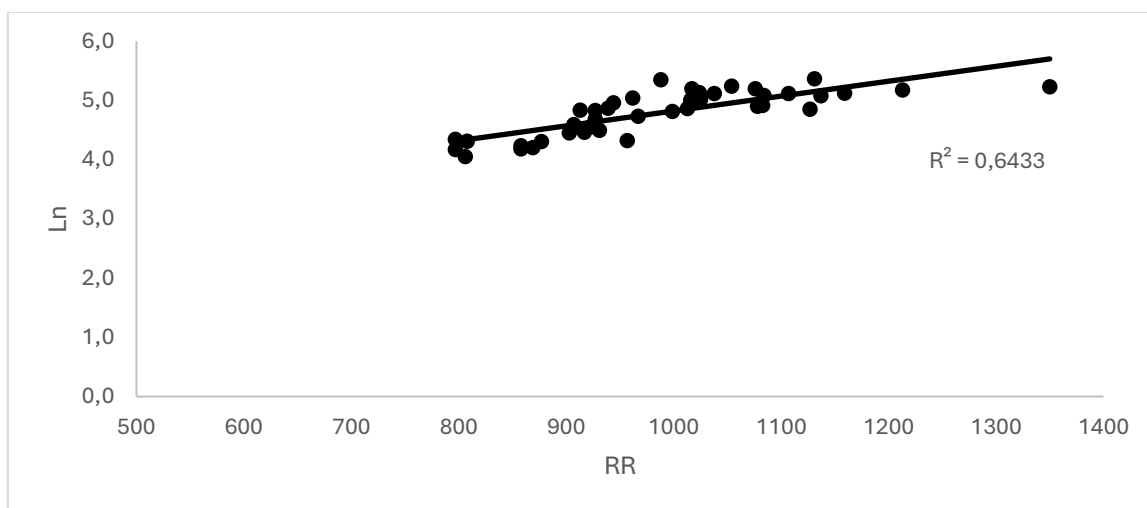


Figura 68 – Rácio Ln/R-R Indiv 13

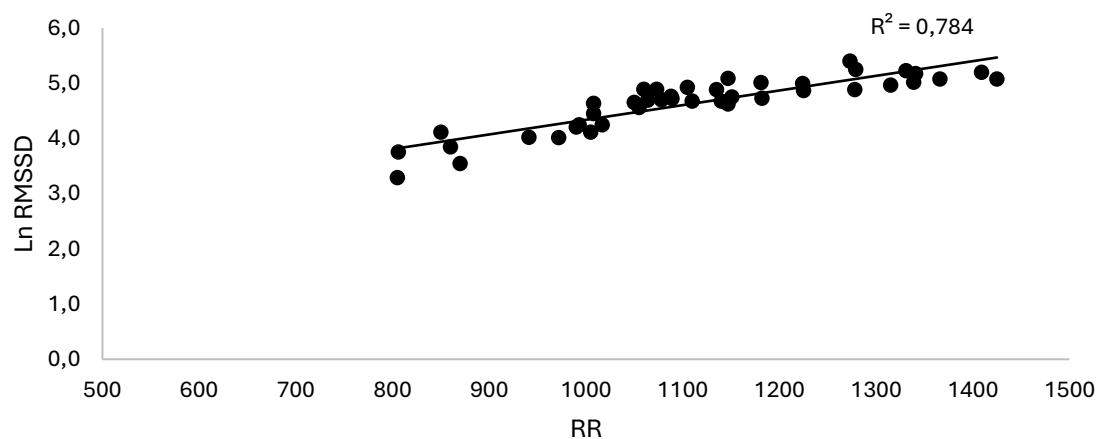


Figura 69 – Rácio Ln/R-R Indiv 14

Apêndice D – Rácio Ln/R-R Por Dia Por Indivíduo

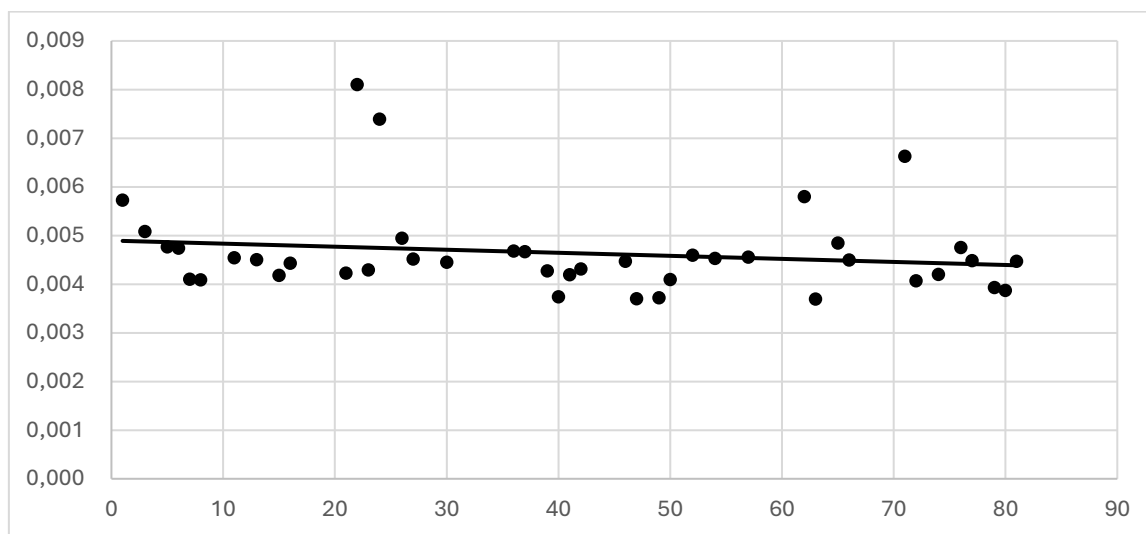


Figura 70 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 1

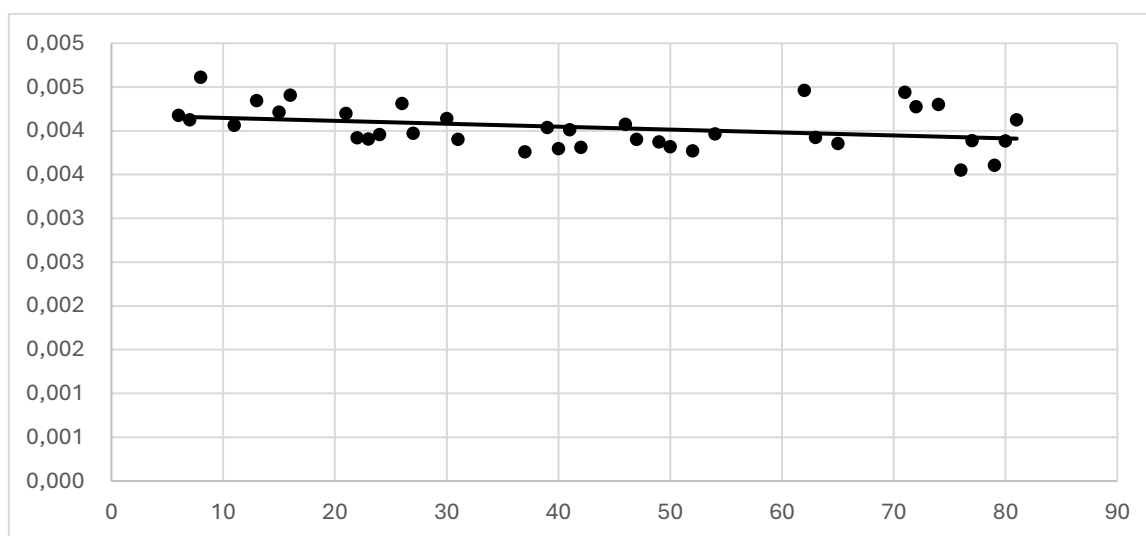


Figura 71 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 2

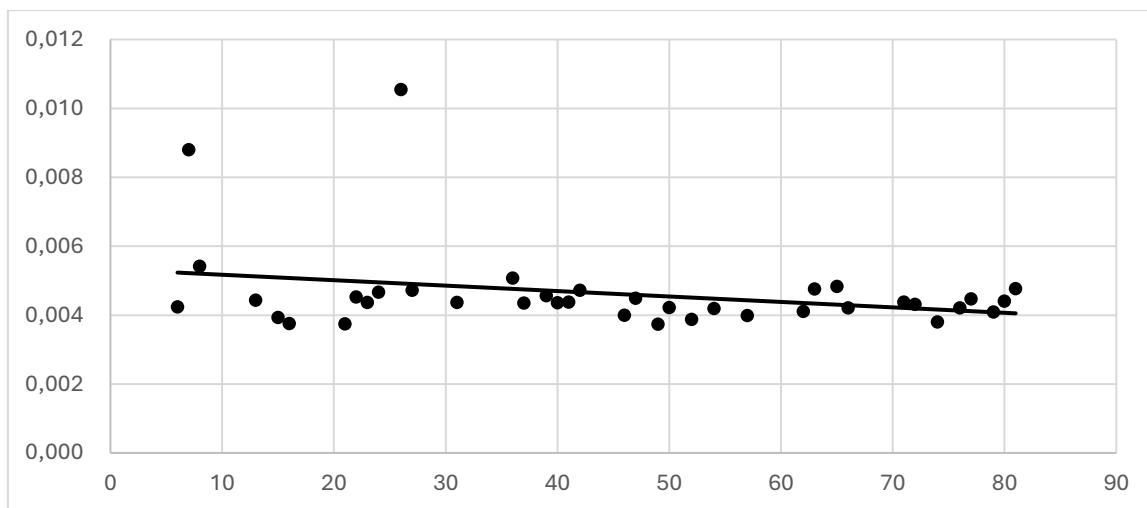


Figura 72 - Rácio $\text{Ln}/\text{R-R}$ por dia indiv 3

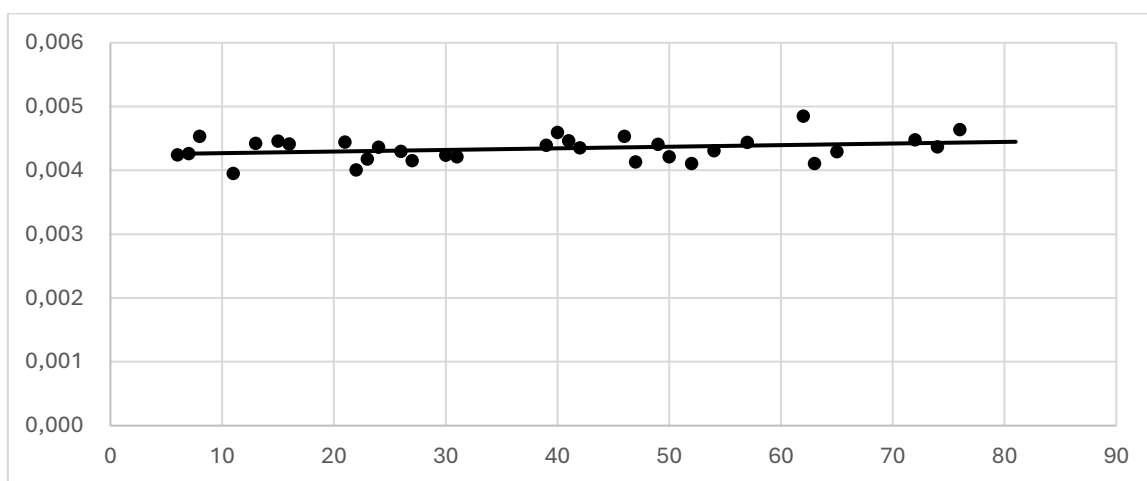


Figura 73 - Rácio $\text{Ln}/\text{R-R}$ por dia indiv 4

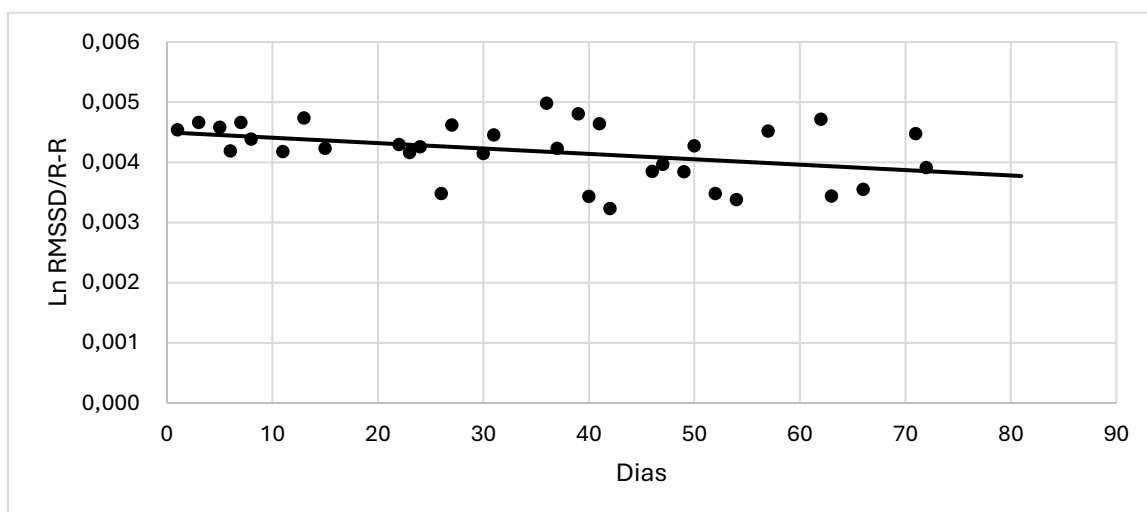


Figura 74 - Rácio $\text{Ln}/\text{R-R}$ por dia indiv 5

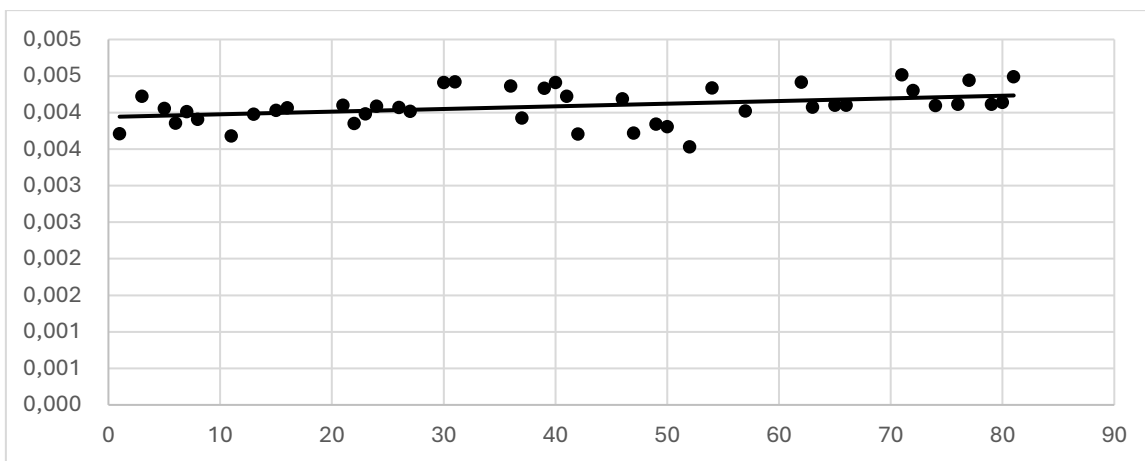


Figura 75 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 5

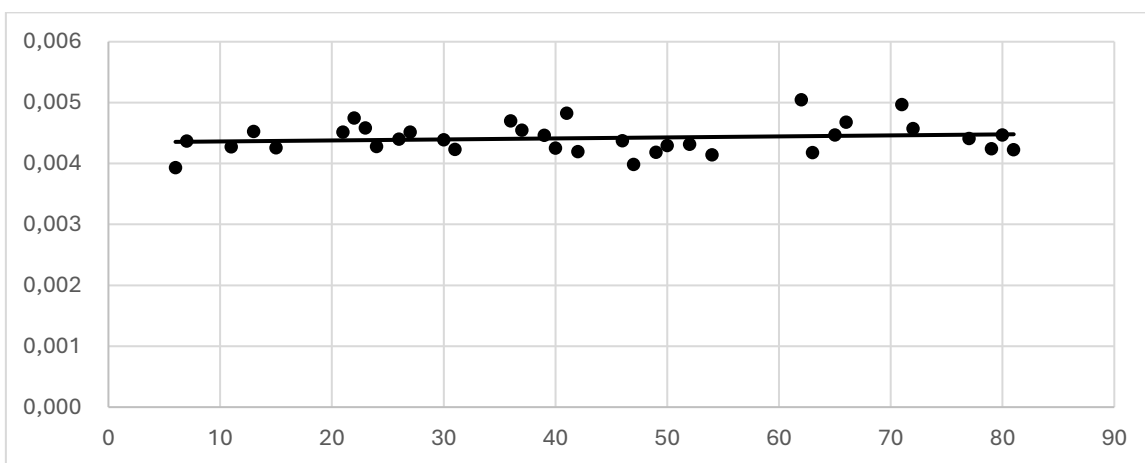


Figura 76 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 6

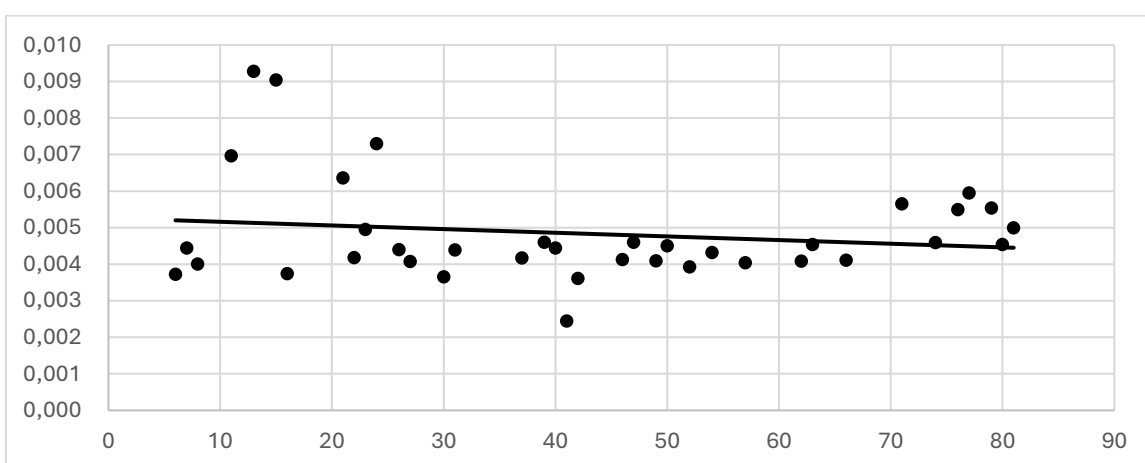


Figura 77 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 7

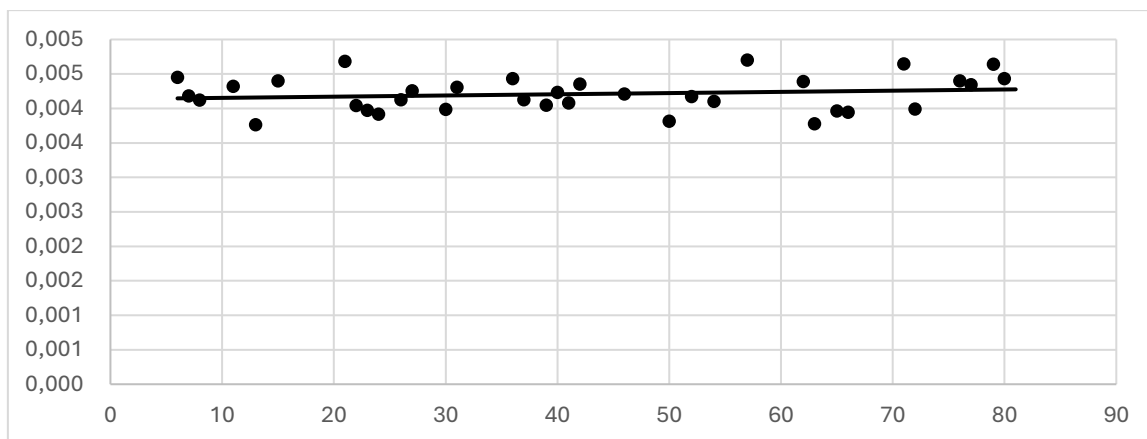


Figura 78 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 8

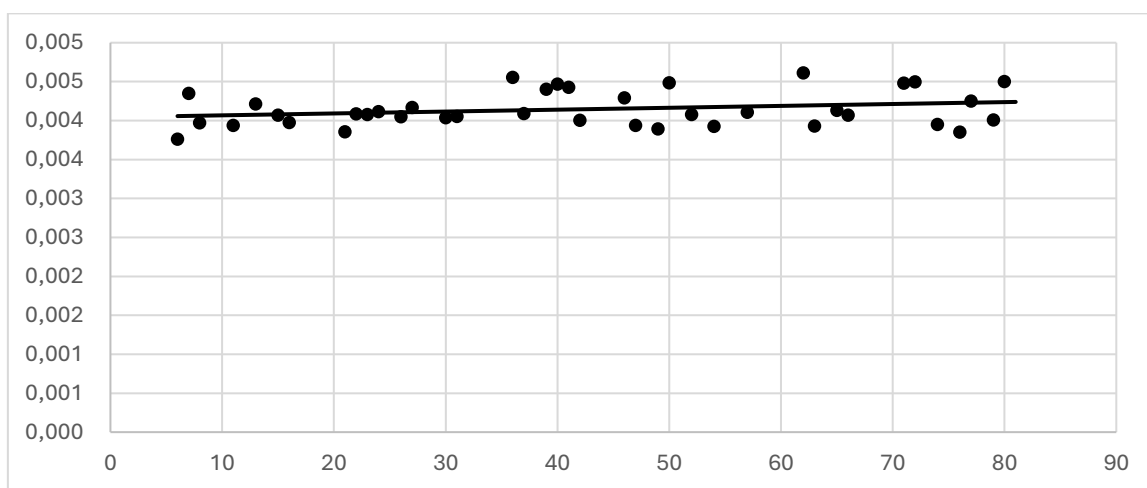


Figura 79 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 9

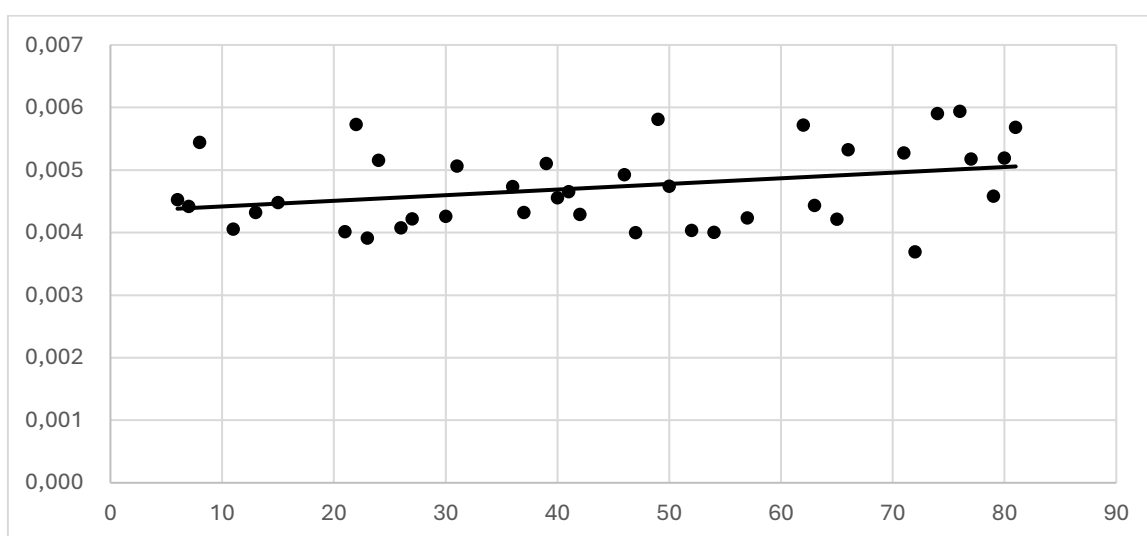


Figura 80 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 10

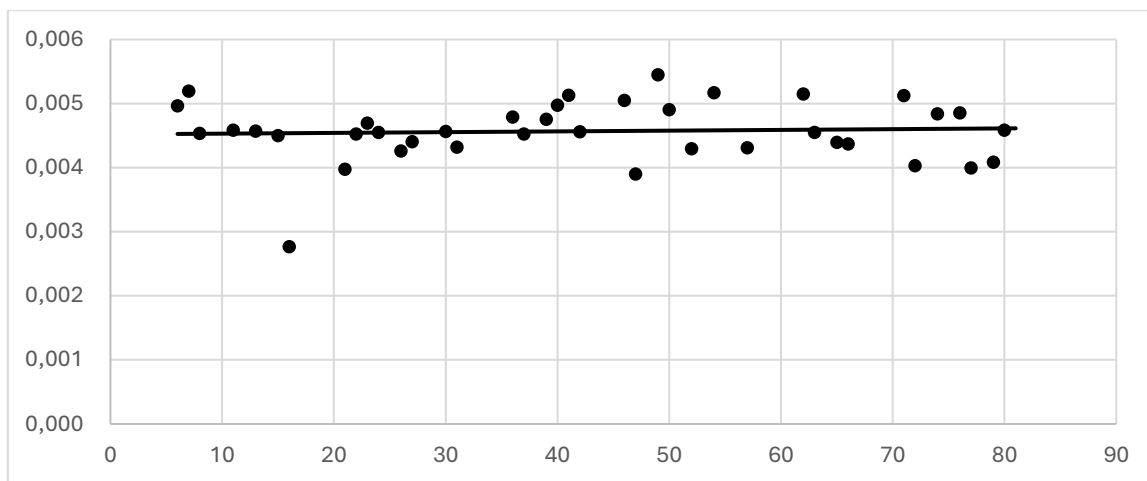


Figura 81 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 11

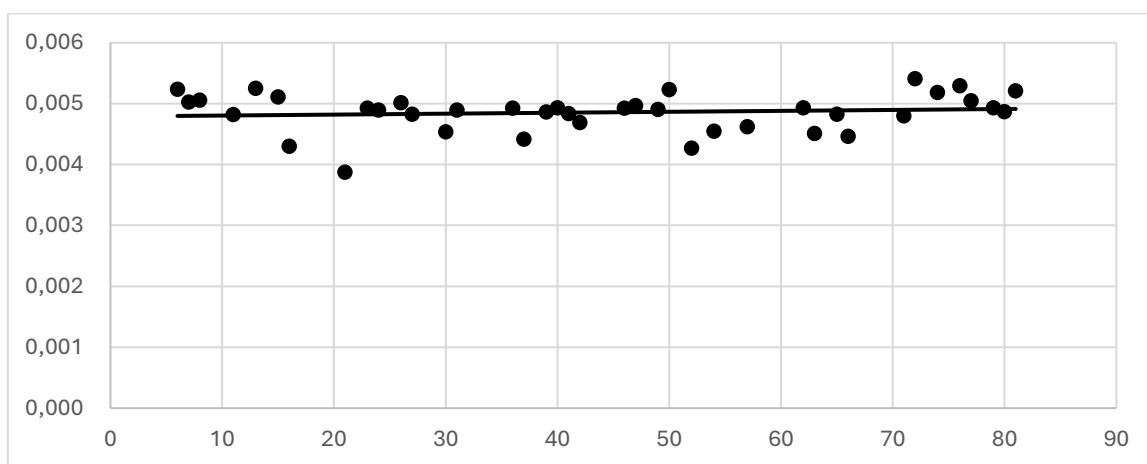


Figura 82 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 12

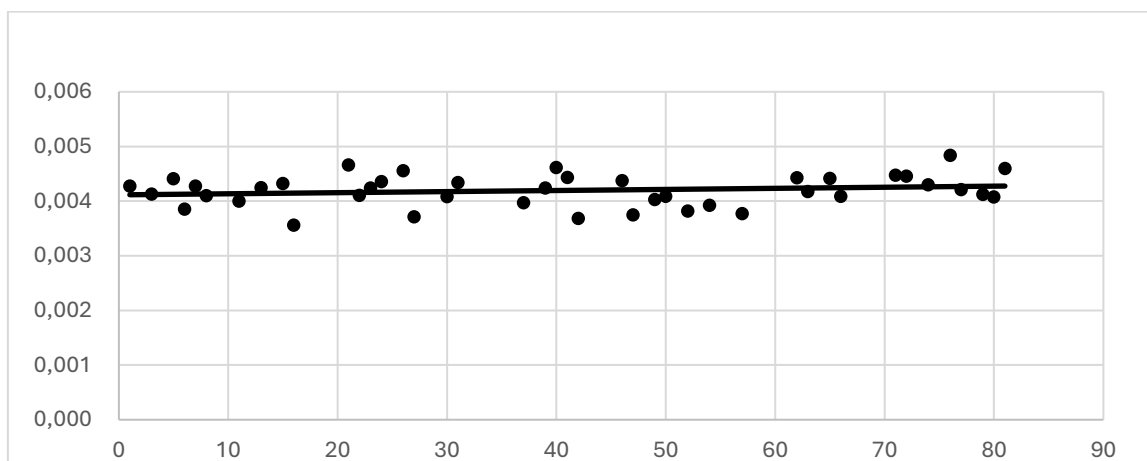


Figura 83 - Rácio Ln/R-R por dia indiv 13

Apêndice E – Relação Carga De Treino Vs Rácio Ln/R-R Por Indivíduo

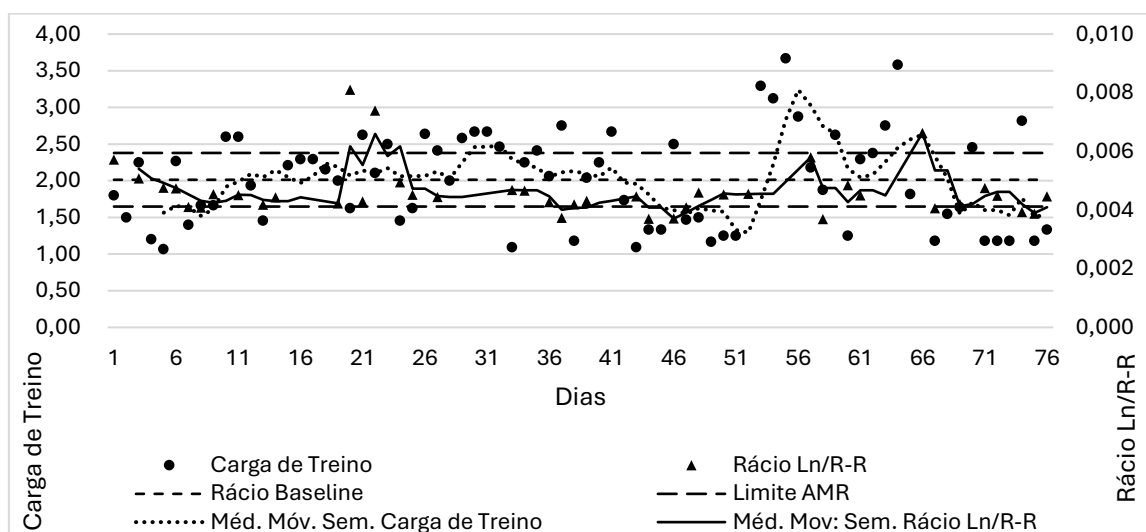


Figura 84 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 1

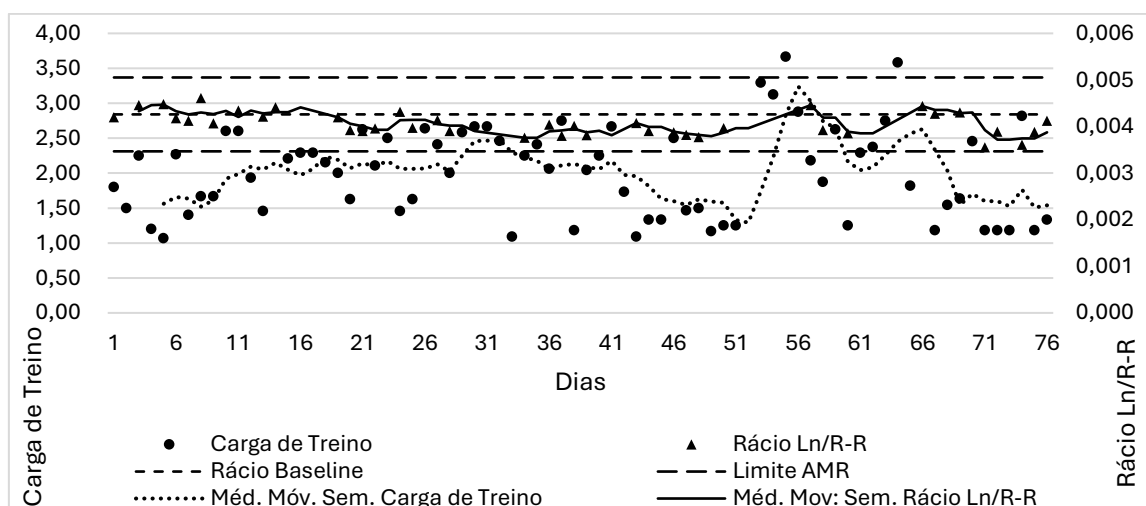


Figura 85 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 2

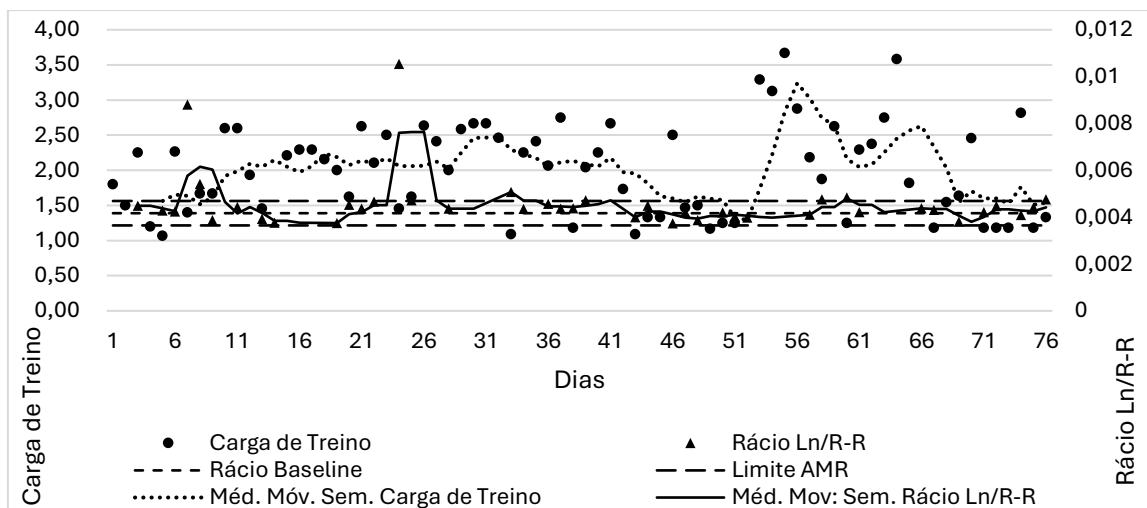


Figura 86 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 3

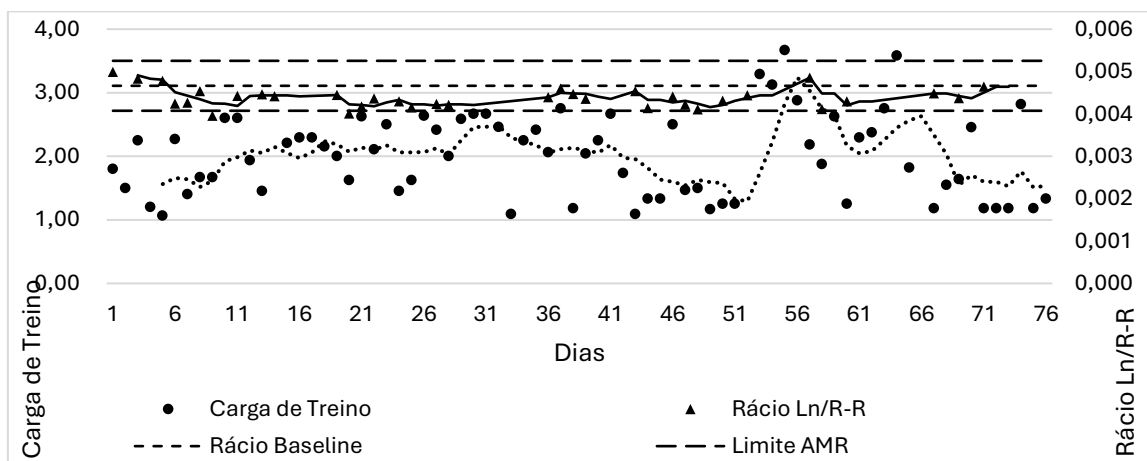


Figura 87 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 4

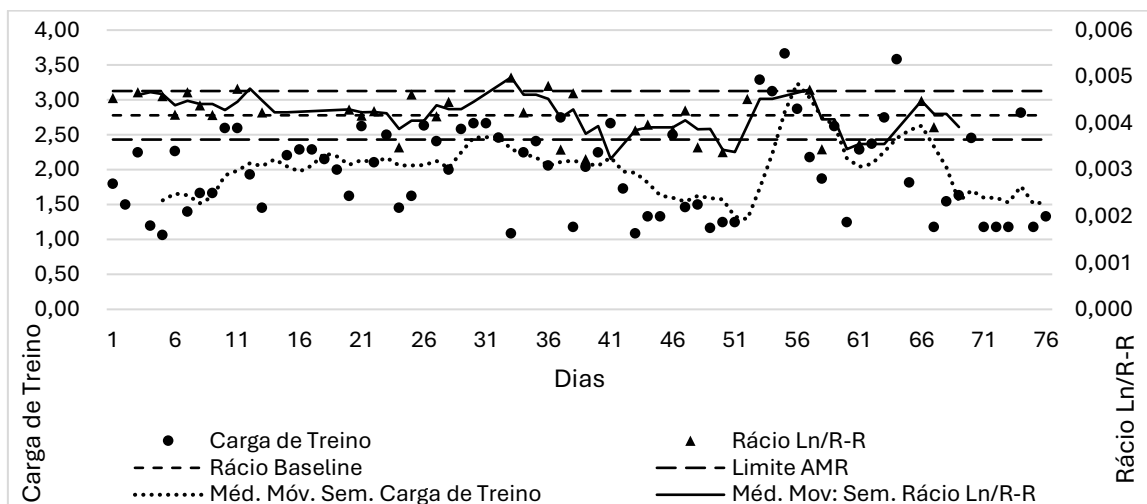


Figura 88 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 5

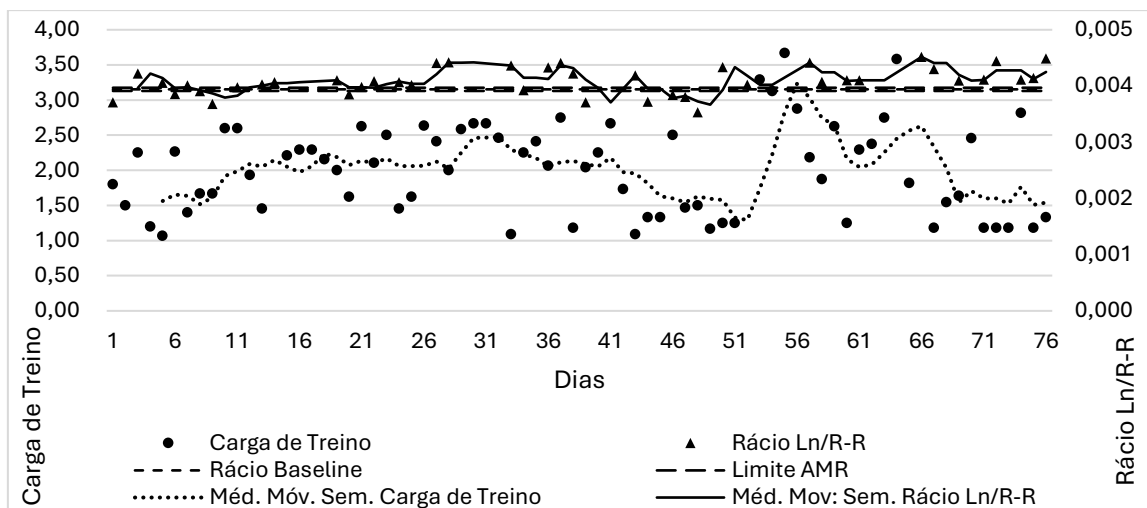


Figura 89 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 6

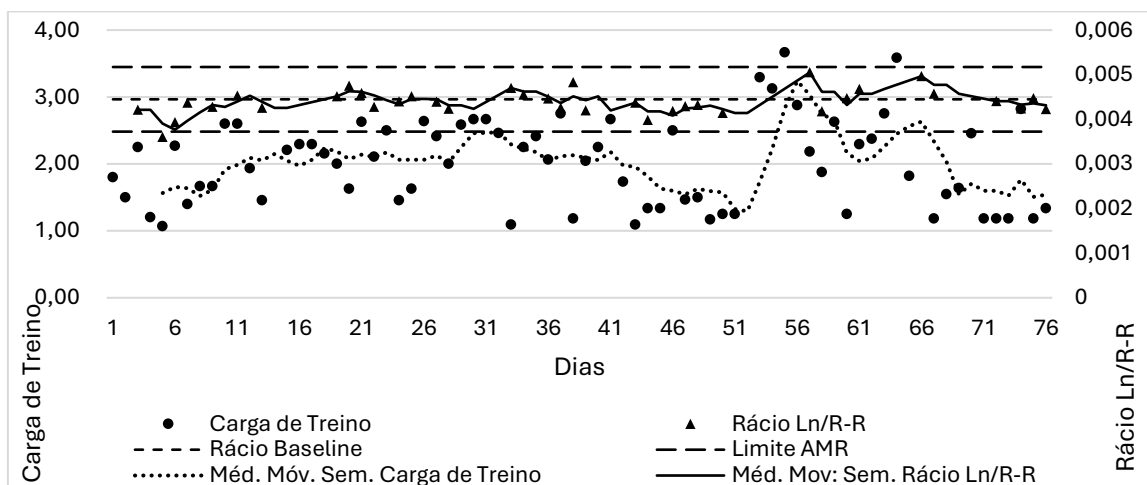


Figura 90 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 7

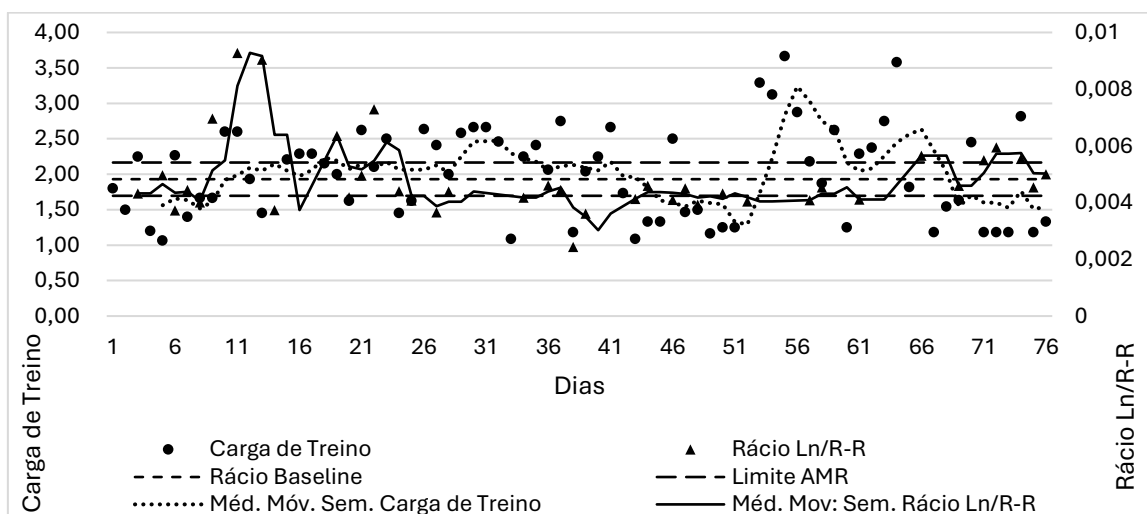


Figura 91 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 8

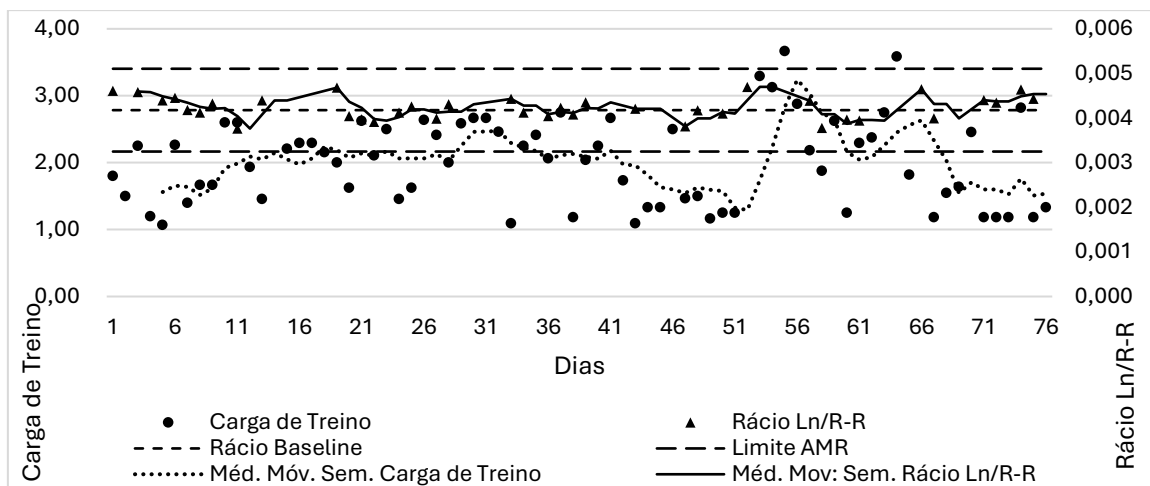


Figura 92 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 9

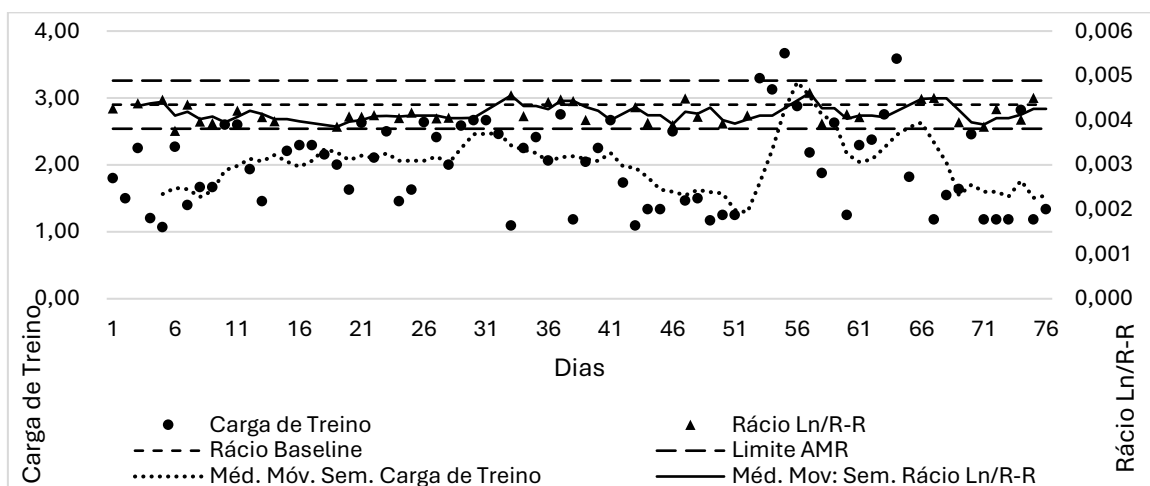


Figura 93 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 10

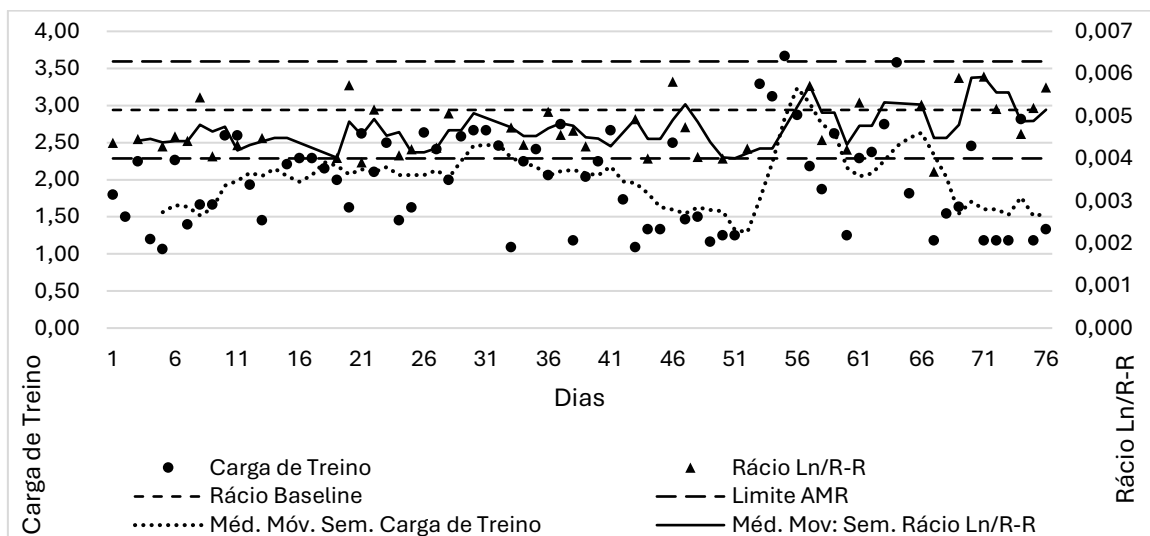


Figura 94 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 11

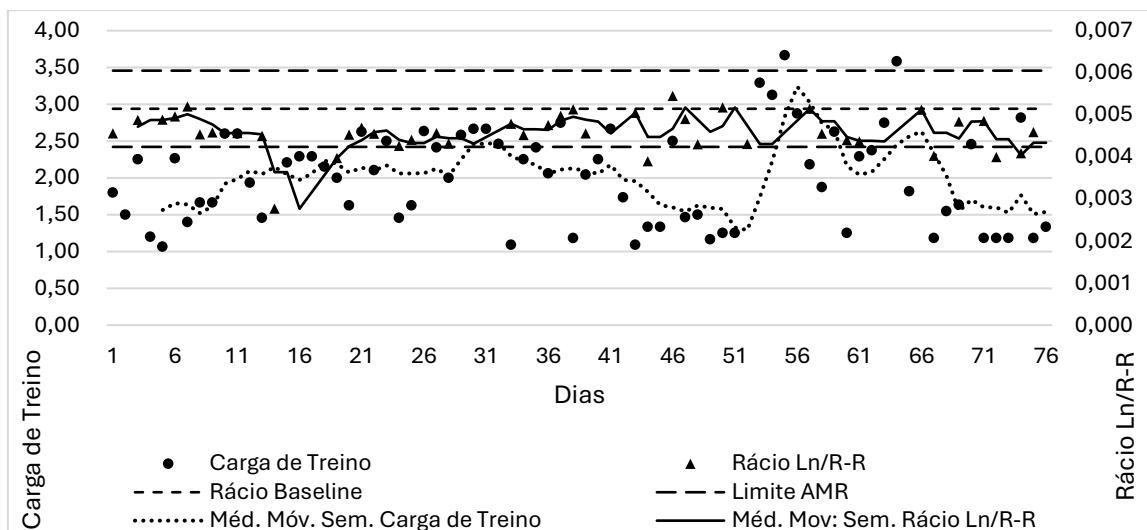


Figura 95 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 12

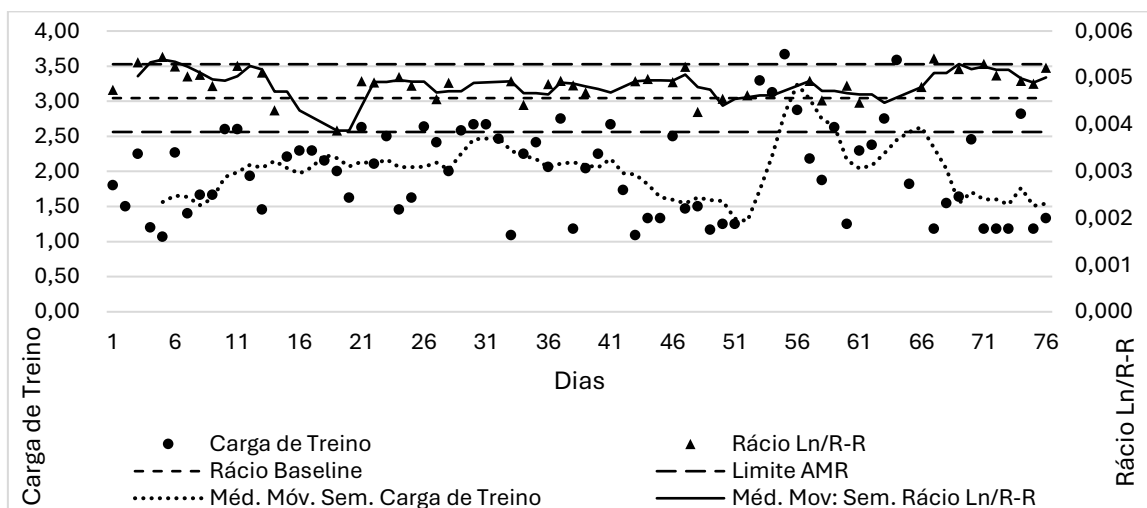


Figura 96 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 13

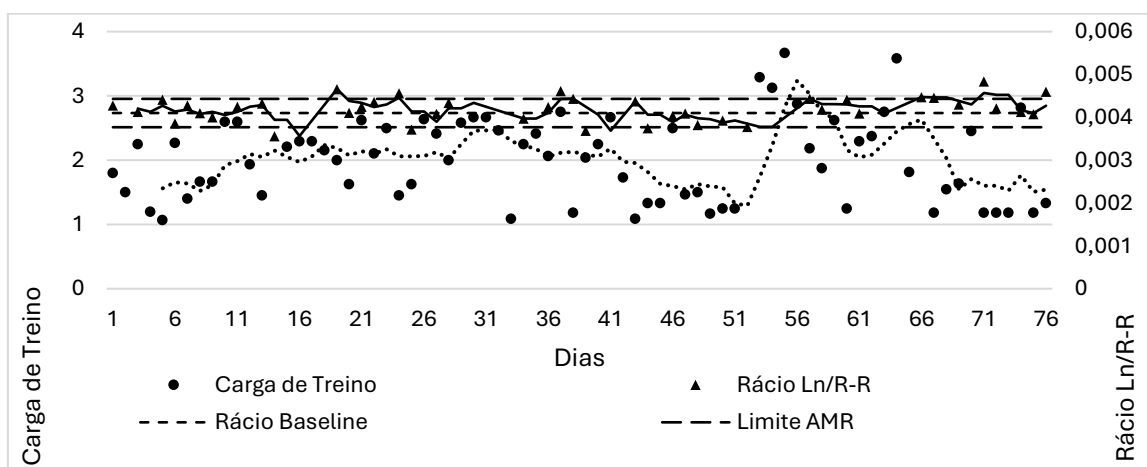


Figura 97 - Relação Carga de Treino VS Rácio Ln/R-R Indiv 14

Apêndice F – Relação Horas De Sono Vs Rácio Ln/R-R Por Indivíduo

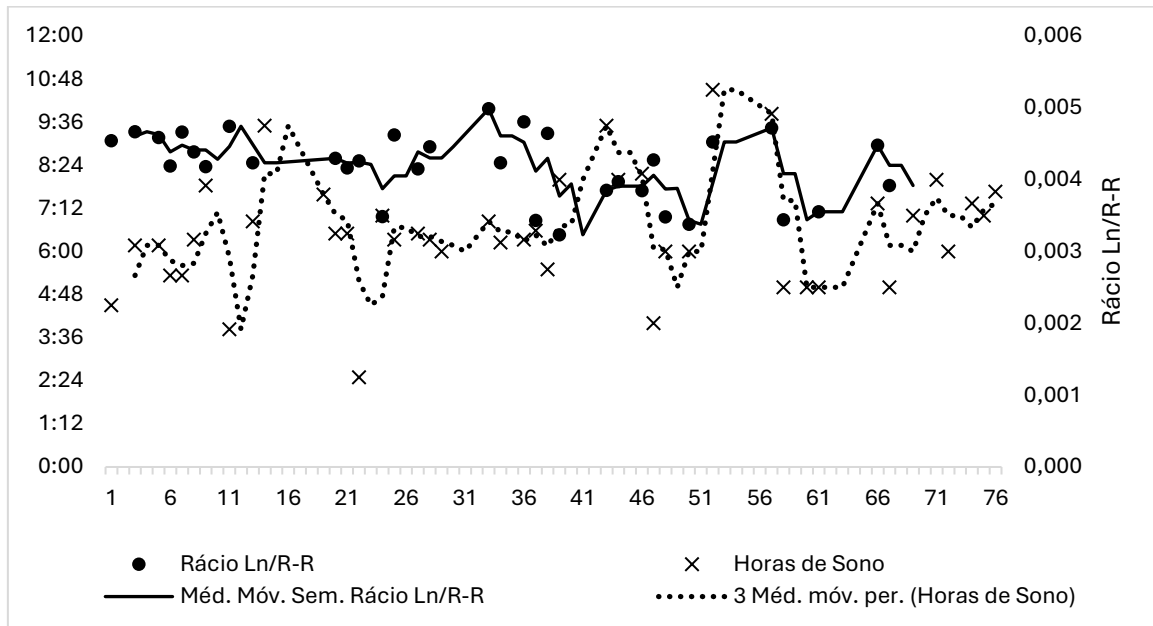


Figura 98 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 1

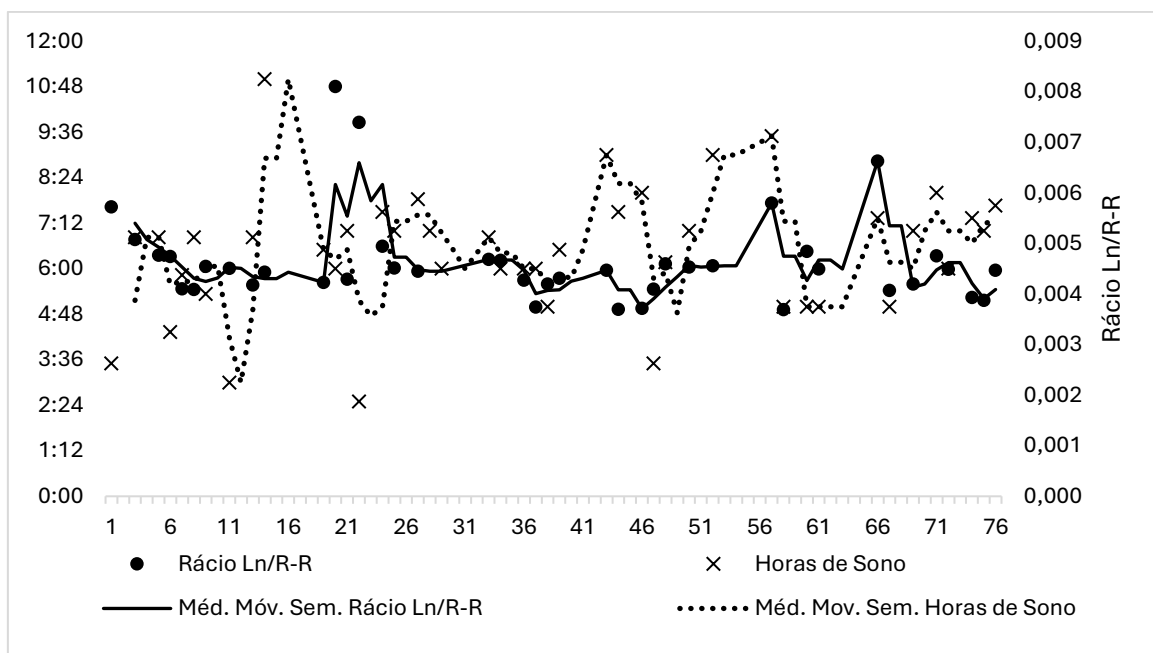


Figura 99 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 2

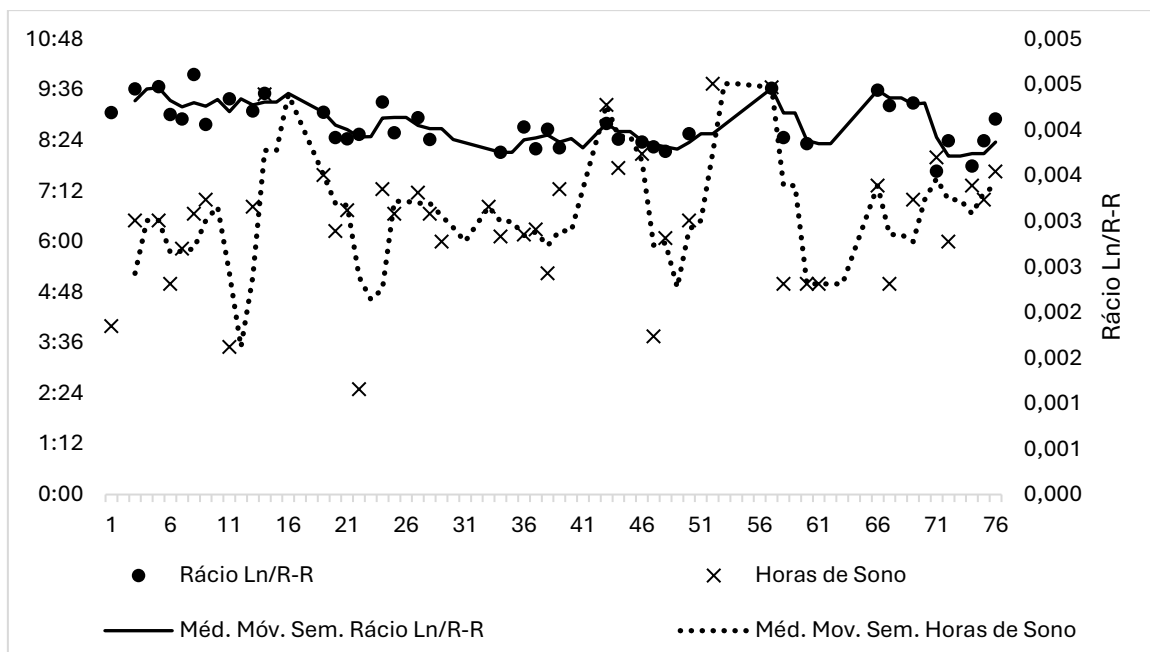


Figura 100 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 3

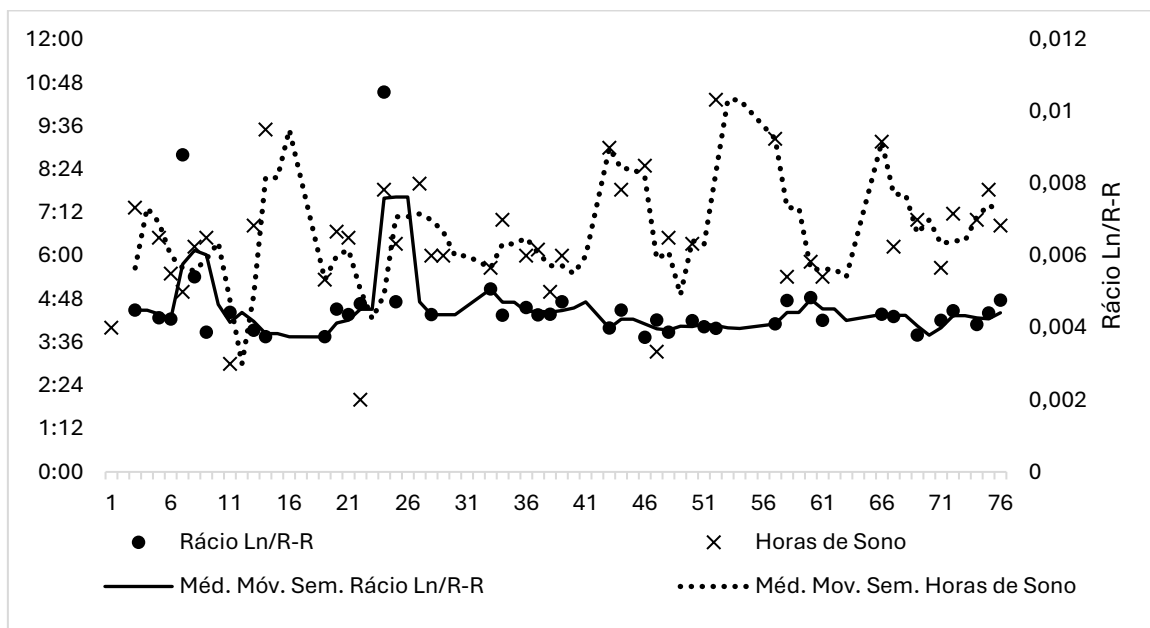


Figura 101 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 4

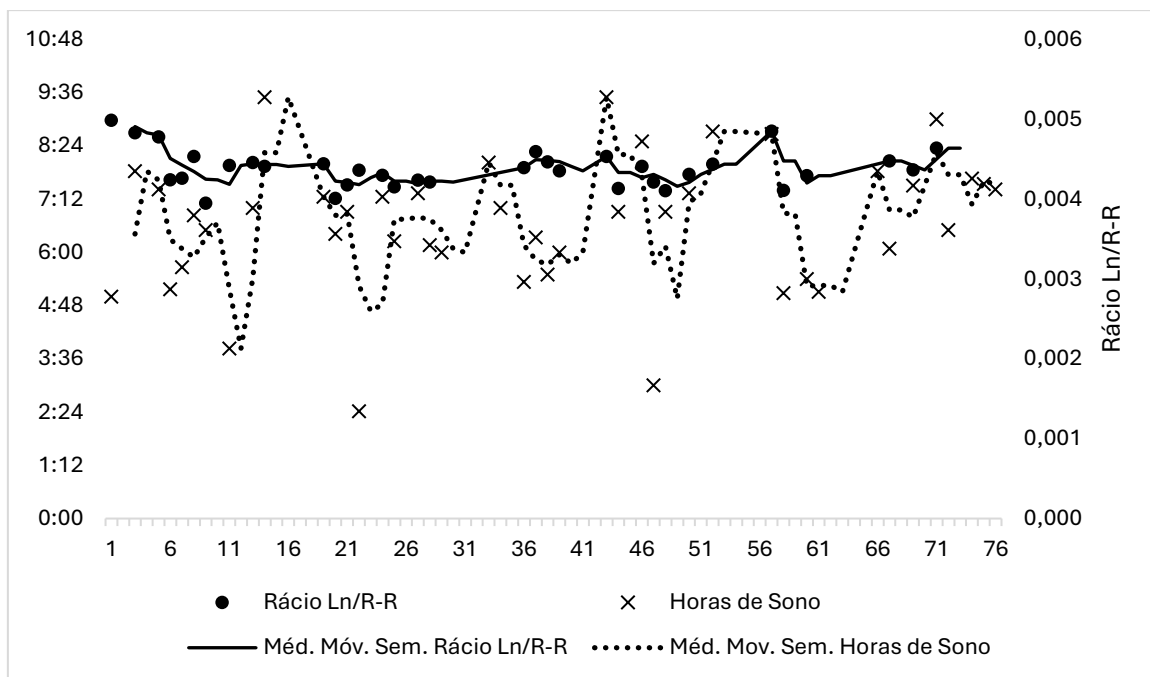


Figura 102 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 5

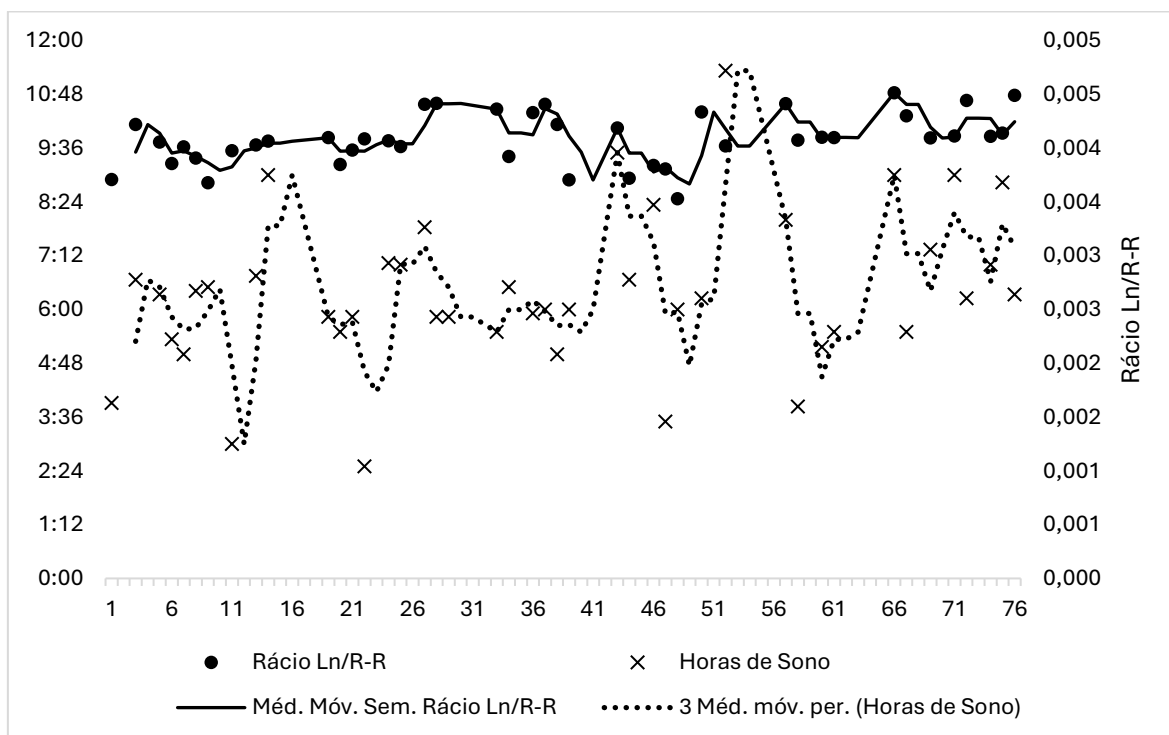


Figura 103 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 6

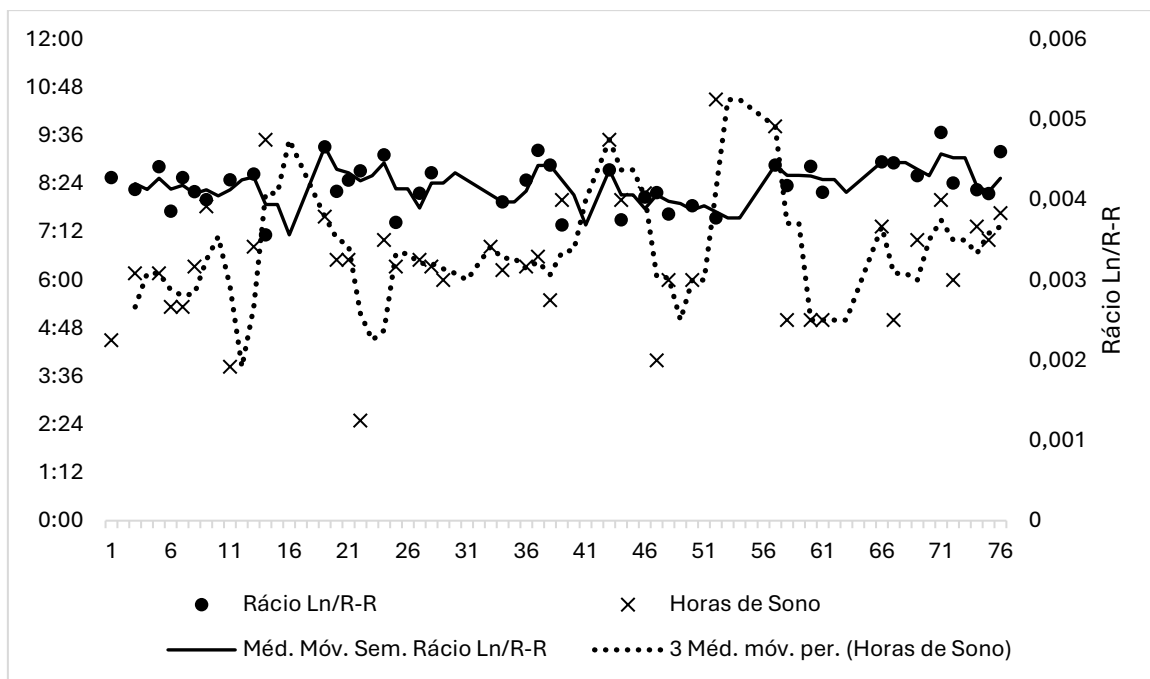


Figura 104 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 7

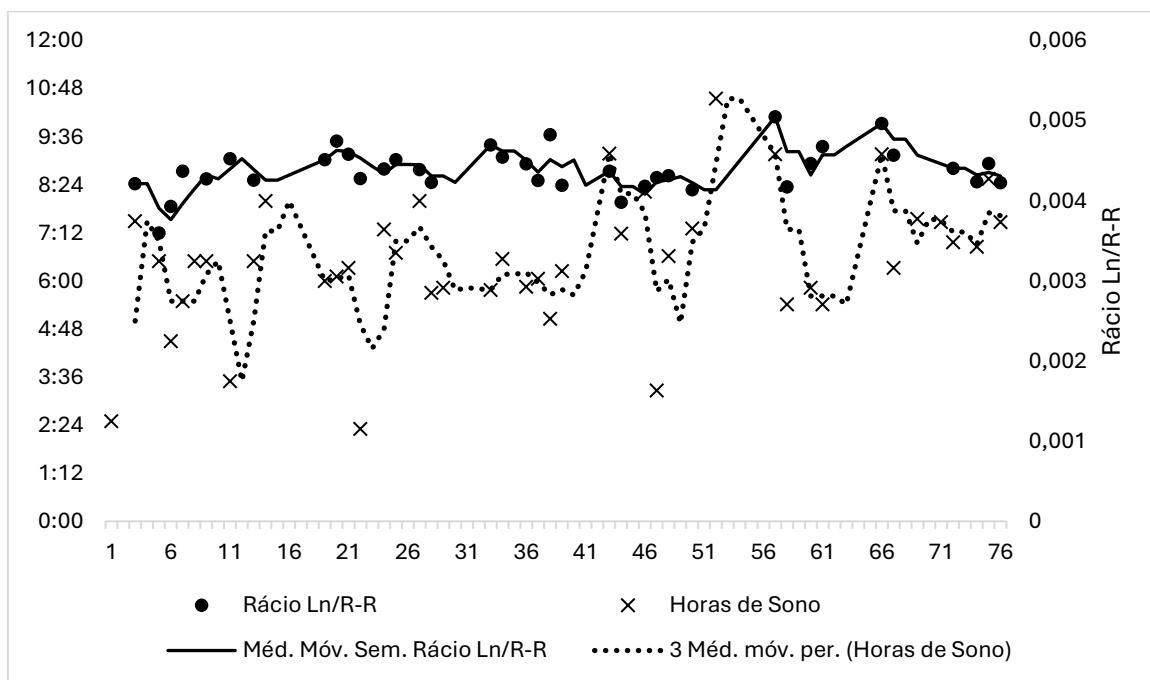


Figura 105 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 8

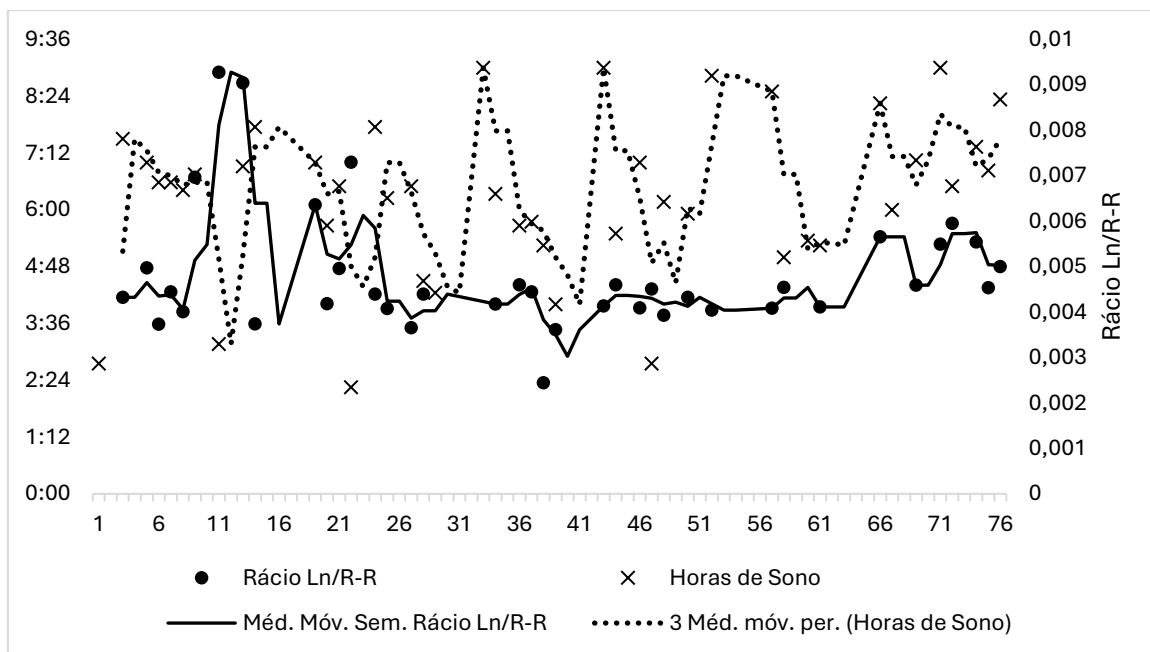


Figura 106 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 9

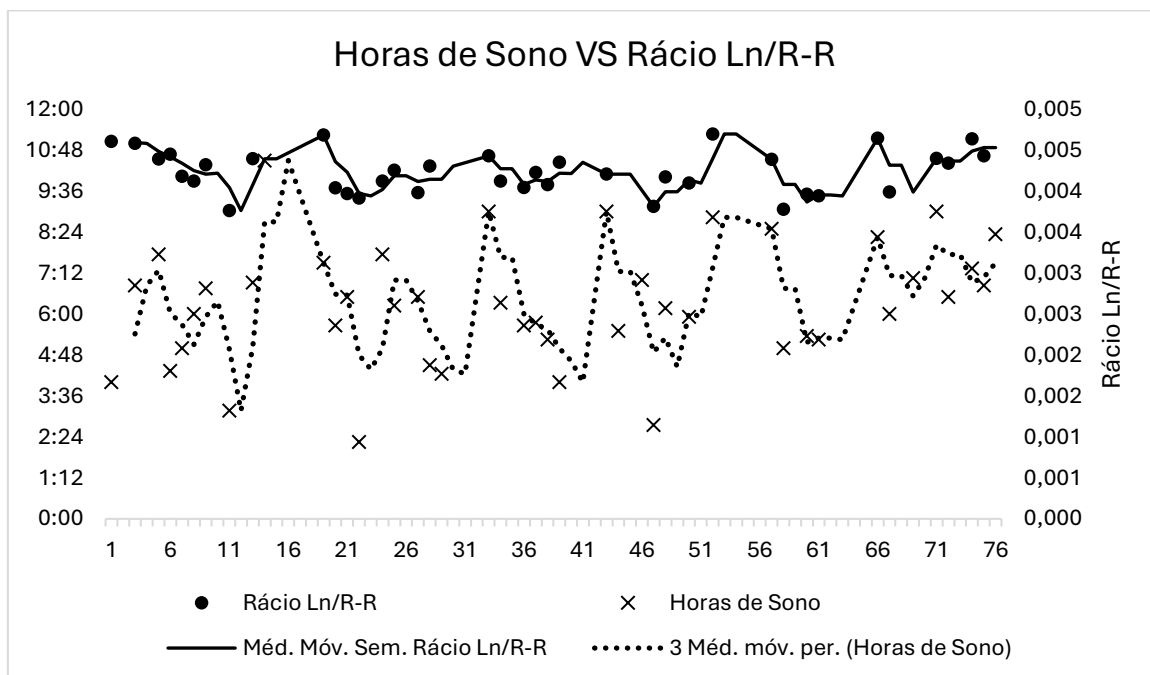


Figura 107 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 10

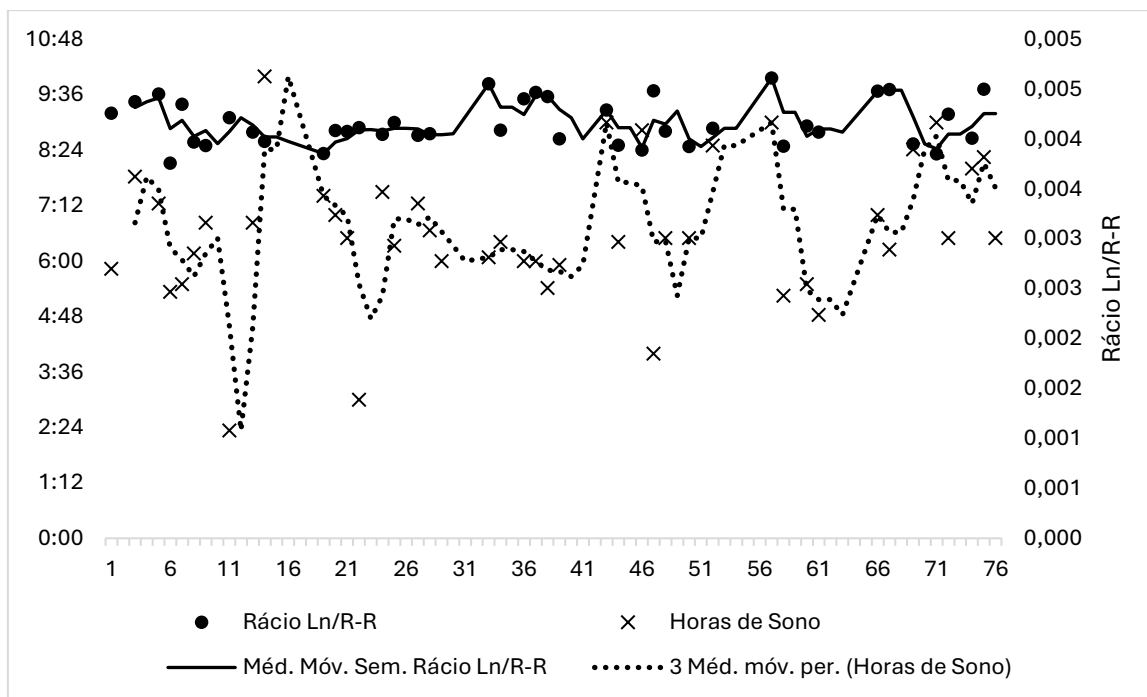


Figura 108 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 11

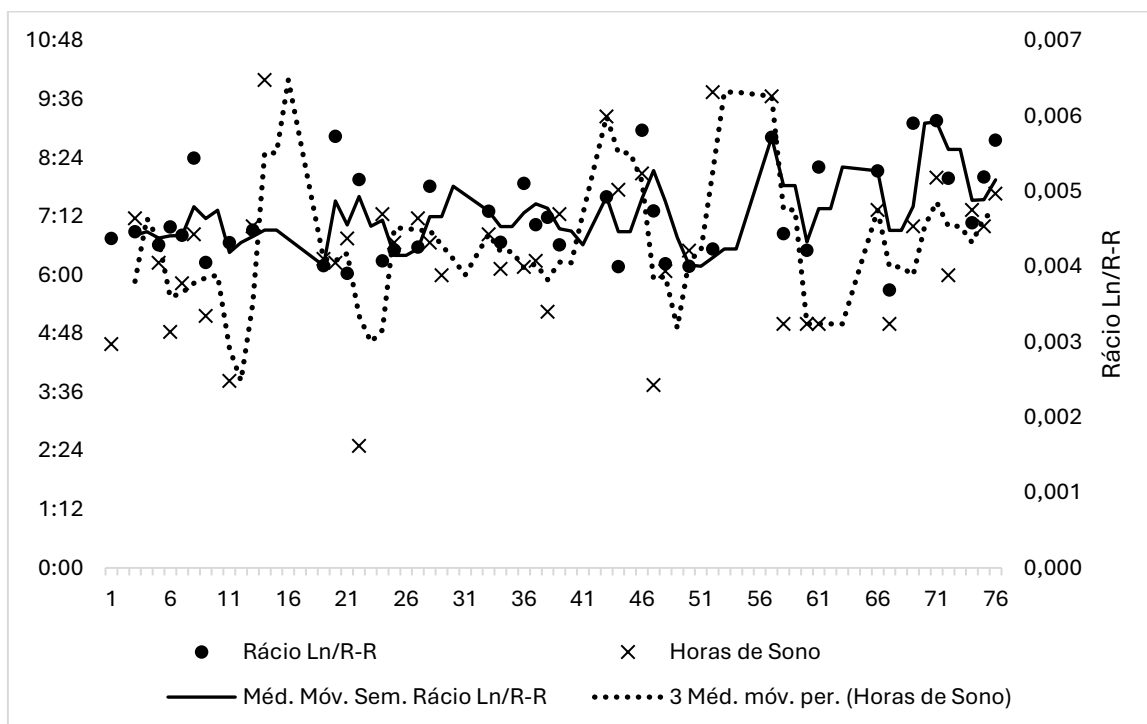


Figura 109 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 12

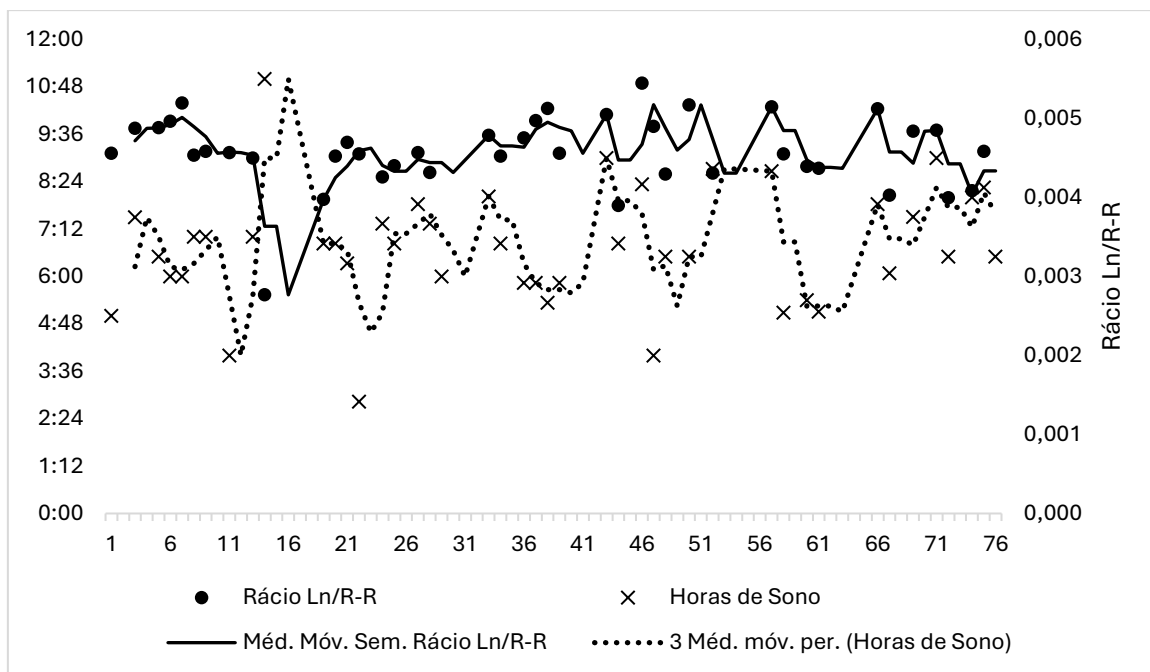


Figura 110 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 13

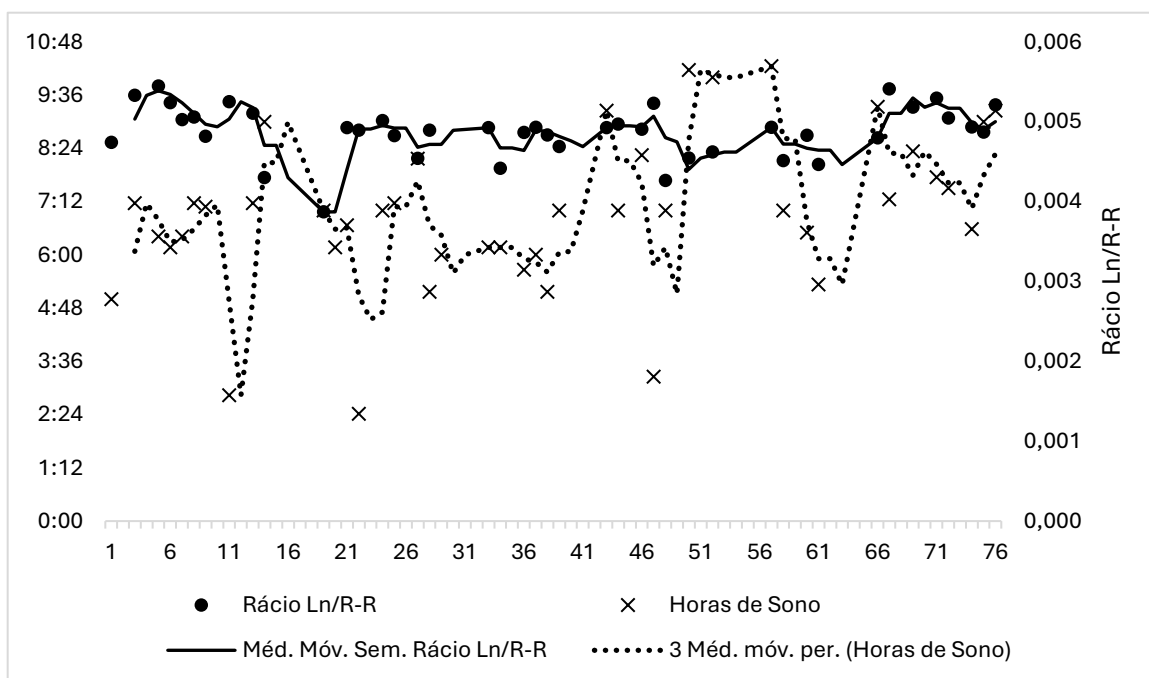


Figura 111 - Relação Horas de Sono VS Rácio Ln/R-R indiv 14

ANEXOS

Anexo A – Teste de Hipóteses TFB

Tabela 15 – Teste de Normalidade TFB

	Ano	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
UC	4º	,141	14	,200*	,966	14	,826
	5º ano	,131	14	,200*	,961	14	,733

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 16 - Teste de T-Student

		Levene's Test for Equality of Variance		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Side d p	Two-Side d p			Lower	Upper
U C	Equal variances assumed	4,502	,044	,389	26	,350	,700	,16714	,42972	-,71615	1,05044
	Equal variances not assumed			,389	20,203	,351	,701	,16714	,42972	-,72866	1,06294

Anexo B – Teste de Hipóteses TFAM

Tabela 17 - Teste Normalidade TFAM

	Ano	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
UC	4º	,229	14	,045	,874	14	,047
	Ano						
	5º	,143	14	,200*	,957	14	,669
	ano						

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 18 - Teste de Mediana Mann Whitney

	Null Hypothesis	Test	Sig. ^{a,b}	Decision
1	The medians of UC are the same across categories of Ano.	Independent-Samples Median Test	,007 ^c	Reject the null hypothesis.

a. The significance level is ,050.

b. Asymptotic significance is displayed.

c. Exact significance is displayed for this test.

