

**Universidade Federal do Maranhão
Agência de Inovação, Empreendedorismo, Pesquisa,
Pós-Graduação e Internacionalização
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Mestrado Acadêmico**



**FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RECUPERAÇÃO, DUPLO
PRODUTO DA PRESSÃO ARTERIAL E VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PESSOAS COM LOMBALGIA
CRÔNICA INESPECÍFICA**

Denilson Silva Martins

**São Luís
2024**

DENILSON SILVA MARTINS

**FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RECUPERAÇÃO, DUPLO
PRODUTO DA PRESSÃO ARTERIAL E VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PESSOAS COM LOMBALGIA
CRÔNICA INESPECÍFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do movimento humano

Linha de Pesquisa: Atividade física no contexto da saúde e da doença

Orientador: Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires

Co-orientador:

São Luís
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Martins, Denilson.

Frequência Cardíaca de Recuperação, Duplo Produto da Pressão Arterial e Variabilidade da Frequência Cardíaca em pessoas com Lombalgia Crônica Inespecífica / Denilson Silva Martins. - 2024.

64 f.

Orientador(a): Flavio de Oliveira Pires.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação Física/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

1. Lombalgia Crônica Inespecífica. 2. Variabilidade da Frequência Cardíaca. 3. Recuperação Cardiovascular. I. de Oliveira Pires, Flávio. II. Título.

DENILSON SILVA MARTINS

**FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RECUPERAÇÃO, DUPLO
PRODUTO DA PRESSÃO ARTERIAL E VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PESSOAS COM LOMBALGIA
CRÔNICA INESPECÍFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

A banca examinadora da dissertação de mestrado, apresentada em sessão pública, considerou o(a) candidato(a) aprovado(a) em: 13/12/2024.

Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Dr. Kelerson Mauro de Castro Pinto (Examinador Externo)
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Prof. Dr. Danielle da Silva Dias (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Nivaldo de Jesus Silva Soares Júnior (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Dr. Marco Fabrício Dias Peixoto (Examinador Externo)
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram nesta jornada do mestrado e me inspiraram a cada passo. Ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires, por sua orientação cuidadosa e compromisso com o desenvolvimento do meu trabalho, e ao Prof. Dr. Almir Vieira Dibai Filho, coordenador do programa, pelo suporte e dedicação ao curso.

Ao meu filho, Denilson Nogueira Martins, cuja coragem e presença me motivam a buscar o melhor de mim e me trouxeram até aqui, você é minha maior fonte de força e determinação. A meus pais, Maria Lucia Silva Martins e Olimar dos Santos Martins, por serem o alicerce da minha vida, sempre prontos para oferecer amor e incentivo incondicional.

E dedico especialmente ao meu irmão, Darlison Silva Martins, que partiu em 2024 e cuja memória guardo com amor e gratidão. Cada um de vocês faz parte desta conquista

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires, por sua orientação essencial e confiança em meu potencial, e ao Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda por suas contribuições valiosas ao longo deste percurso. Também expresse minha gratidão ao Prof. Dr. Almir Vieira Dibai Filho, coordenador do programa de mestrado, e a todos os professores do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), por seu suporte acadêmico e dedicação.

Sou grato ao Programa de Mestrado em Educação Física da UFMA e ao apoio financeiro fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que tornou possível a realização deste trabalho.

Sou profundamente grato ao meu filho, Denilson Nogueira Martins, por sua força e inspiração, e aos meus pais, Olimar dos Santos Martins e Maria Lucia Silva Martins, pelo amor incondicional e por serem a base de todas as minhas conquistas. Recordo com carinho e saudade meu irmão, Darlison Silva Martins, cuja memória foi uma fonte constante de motivação.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos, que foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa. O incentivo proporcionado pela CAPES foi indispensável para que eu pudesse dedicar-me integralmente ao trabalho acadêmico, contribuindo diretamente para a conclusão desta dissertação.

Por fim, agradeço a Deus por esta conquista, por me guiar e sustentar em todos os momentos

RESUMO

A lombalgia crônica inespecífica (LCI) está associada ao aumento da atividade simpática, o que eleva a frequência cardíaca (FC) e compromete a recuperação cardiovascular. **Objetivo:** Analisar as respostas cardiovasculares e a variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com LCI, comparando-as com as de indivíduos sem lombalgia. **Materiais e Métodos:** Este estudo transversal avaliou 23 indivíduos com LCI e 28 controles saudáveis, sedentários, com idades entre 18 e 45 anos. Os participantes foram recrutados de forma voluntária em comunidades locais e na universidade, e divididos em dois grupos com base na presença ou ausência de LCI, confirmada por avaliação clínica e instrumentos validados como a Escala Numérica de Dor e o Questionário de Incapacidade de Roland-Morris. Parâmetros cardiovasculares, incluindo a Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR), o Duplo Produto da Pressão Arterial (DDPA) e a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), foram analisados durante repouso e esforço físico. Todos os procedimentos seguiram diretrizes éticas aprovadas pelo Comitê de Ética da UFMA (CAAE: 14783219.2.0000.5087). **Resultados:** GC apresentou uma FCR significativamente maior em todos os períodos avaliados (11.04 ± 2.38 ; 31.7 ± 3.52 ; 39.2 ± 3.48 ; 46.3 ± 3.65 ; 54.1 ± 3.64 ; 61.6 ± 3.07 , respectivamente) em comparação ao grupo LCI. No DDPA, o GC apresentou uma média significativamente menor nos três momentos avaliados (10036 ± 1081 ; 33220 ± 1687 ; 17549 ± 865 , respectivamente). Em relação à VFC, o GC demonstrou valores significativamente maiores em todas as variáveis. No domínio do tempo, antes do teste de esforço, o GC apresentou intervalos RR médios mais altos ($713 \pm 89,0$ ms vs. $638 \pm 111,2$ ms; $p = 0,010$), assim como o SDNN ($41,0 \pm 3,85$ ms vs. $36,6 \pm 3,52$ ms; $p < 0,001$) e o RMSSD ($39,8 \pm 4,54$ ms vs. $29,5 \pm 4,48$ ms; $p < 0,001$). Após o teste, as diferenças persistiram, com o SDNN significativamente menor no LCI ($6,70 \pm 2,54$ ms vs. $15,43 \pm 4,60$ ms; $p < 0,001$). No domínio da frequência, antes do teste, o GC apresentou valores maiores de LF ($506 \pm 105,7$ ms² vs. $454 \pm 67,5$ ms²; $p = 0,029$) e HF ($511 \pm 154,6$ ms² vs. $360 \pm 68,6$ ms²; $p < 0,001$). Após o teste de esforço, houve uma redução mais acentuada em ambos os componentes no LCI, com LF ($11,3 \pm 4,59$ ms² vs. $32,5 \pm 18,25$ ms²; $p < 0,001$) e HF ($4,17 \pm 3,55$ ms² vs. $21,69 \pm 15,40$ ms²; $p < 0,001$), indicando menor capacidade adaptativa autonômica no grupo LCI. A razão LF/HF foi maior no LCI antes do teste ($1,28 \pm 0,17$ vs. $1,06 \pm 0,33$; $p = 0,002$) e permaneceu mais alta após o teste ($4,88 \pm 3,51$ vs. $1,78 \pm 1,06$; $p < 0,001$), sugerindo maior atividade simpática relativa e menor equilíbrio autonômico. **Conclusão:** indivíduos com lombalgia crônica inespecífica apresentam uma disfunção autonômica significativa, caracterizada por uma menor variabilidade da frequência cardíaca e uma carga cardíaca aumentada, tanto em repouso quanto durante o esforço.

Palavras-chave: lombalgia crônica inespecífica; variabilidade da frequência cardíaca; recuperação cardiovascular.

ABSTRACT

Nonspecific chronic low back pain (CLBP) is associated with increased sympathetic activity, which elevates heart rate (HR) and impairs cardiovascular recovery.

Objective: To analyze cardiovascular responses and heart rate variability (HRV) in individuals with CLBP, comparing them with those of individuals without low back pain.

Materials and Methods: This cross-sectional study evaluated 23 individuals with CLBP and 28 healthy, sedentary controls aged between 18 and 45 years. Participants were voluntarily recruited from local communities and the university and divided into two groups based on the presence or absence of CLBP, confirmed through clinical evaluation and validated tools such as the Numeric Pain Scale and the Roland-Morris Disability Questionnaire. Cardiovascular parameters, including Heart Rate Recovery (HRR), Double Product of Blood Pressure (DPBP), and Heart Rate Variability (HRV), were analyzed during rest and physical exertion. All procedures adhered to ethical guidelines approved by the UFMA Ethics Committee (CAAE: 14783219.2.0000.5087).

Results: The control group (CG) exhibited significantly higher HRR across all evaluated periods (11.04 ± 2.38 ; 31.7 ± 3.52 ; 39.2 ± 3.48 ; 46.3 ± 3.65 ; 54.1 ± 3.64 ; 61.6 ± 3.07 , respectively) compared to the CLBP group. For DPBP, the CG showed significantly lower averages across the three evaluated moments (10036 ± 1081 ; 33220 ± 1687 ; 17549 ± 865 , respectively). Regarding HRV, the CG demonstrated significantly higher values in all variables. In the time domain, before the exercise test, the CG exhibited higher mean RR intervals (713 ± 89.0 ms vs. 638 ± 111.2 ms; $p = 0.010$), as well as higher SDNN (41.0 ± 3.85 ms vs. 36.6 ± 3.52 ms; $p < 0.001$) and RMSSD (39.8 ± 4.54 ms vs. 29.5 ± 4.48 ms; $p < 0.001$). After the test, these differences persisted, with significantly lower SDNN in the CLBP group (6.70 ± 2.54 ms vs. 15.43 ± 4.60 ms; $p < 0.001$). In the frequency domain, before the test, the CG exhibited higher LF (506 ± 105.7 ms² vs. 454 ± 67.5 ms²; $p = 0.029$) and HF (511 ± 154.6 ms² vs. 360 ± 68.6 ms²; $p < 0.001$) values. After the exercise test, there was a sharper reduction in both components in the CLBP group, with LF (11.3 ± 4.59 ms² vs. 32.5 ± 18.25 ms²; $p < 0.001$) and HF (4.17 ± 3.55 ms² vs. 21.69 ± 15.40 ms²; $p < 0.001$), indicating reduced autonomic adaptability in the CLBP group. The LF/HF ratio was higher in the CLBP group before the test (1.28 ± 0.17 vs. 1.06 ± 0.33 ; $p = 0.002$) and remained elevated after the test (4.88 ± 3.51 vs. 1.78 ± 1.06 ; $p < 0.001$), suggesting greater relative sympathetic activity and reduced autonomic balance. **Conclusion:** Individuals with nonspecific chronic low back pain exhibit significant autonomic dysfunction, characterized by reduced heart rate variability and increased cardiac load, both at rest and during exertion.

Keywords: *chronic low back pain; heart rate variability; cardiovascular recovery.*

LISTA DE FIGURAS

		PÁG
Figura 1	Quadro de seleção das amostras	21
Figura 2	Quadro de delineamento da pesquisa.	22
Figura 3	Gráficos de Análise Visual das Variáveis SEXO e IMC em Indivíduos com e sem Lombalgia Crônica Inespecífica.	33
Figura 4	Gráfico de Interação da Frequência Cardíaca de Recuperação em Diferentes Intervalos de Tempo após teste de esforço máximo em ambos os grupos	36
Figura 5	Gráfico da Comparação do Duplo Produto da Pressão Arterial (DPPA) em Diferentes Momentos entre Grupos com e sem Lombalgia Crônica Inespecífica.	38
Figura 6	Gráficos da Análise de Variância de Dois Fatores para Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no Domínio da Frequência (LF e HF), Pré e Pós-exercício, entre Grupos com e sem Lombalgia Crônica Inespecífica.	41

LISTA DE TABELAS

	PÁG
Tabela 1 Distribuição de Frequência, Médias e Teste de Normalidade para as Variáveis de Idade, Gênero e IMC em Grupos com e sem lombalgia Crônica.	32
Tabela 2 Distribuição e Estatísticas Descritivas de Variáveis Relacionadas à Percepção de Dor, Incapacidade, Catastrofização e Cinesiofobia em Participantes com Lombalgia Crônica.	34
Tabela 3 Teste de Normalidade e comparação da Variável de Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR).	35

LISTA DE SIGAS

Sigla	Descrição
LCI	Lombar Crônica Inespecífica
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
FCR	Frequência Cardíaca de Recuperação
PA	Pressão Arterial
FC	Frequência Cardíaca
DPPA	Duplo Produto da Pressão Arterial
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
END	Escala Numérica da Dor
QIRM	Questionário de Incapacidade Roland-Morris
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
EPC	Escala de Pensamentos Catastróficos
ETC	Escala Tampa de Cinesiofobia
IMC	Índice de Massa Corporal
ANOVA	Análise de Variância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	18
3. HIPÓTESE	199
4. MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1 Participantes	21
4.2 Critérios de exclusão	22
4.3 Procedimentos de avaliação	23
4.3.1 Aplicação de questionários.....	23
4.3.2 Avaliação de Parâmetros de medidas da estatura e IMC.....	25
4.3.3 Avaliação de Parâmetros de medidas da frequência cardíaca e pressão arterial	26
4.3.4 Avaliação de Parâmetros de medidas da variabilidade da frequência cardíaca	27
4.3.5 Teste de esforço máximo.....	29
4.3.6 Parâmetros e Critérios de Interrupção.....	30
4.3.7 Análise estatística	31
5. RESULTADOS	32
6. DISCUSSÃO	43
7. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ..	56
APÊNDICE 2. DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	58

ANEXO 1. Escala Numérica da Dor (END).....	59
ANEXO 2. Questionário de Incapacidade Roland-Morris - RMDQ.....	60
ANEXO 3. Escala de Pensamentos Catastróficos - EPC.....	61
ANEXO 4. Escala Tampa de Cinesiofobia - ETC.	62
ANEXO 5. Questionário Internacional de Aptidão Física – IPAQ – SF (Versão Curta).	

1. INTRODUÇÃO

A lombalgia crônica inespecífica (LCI) é uma das principais causas de incapacidade musculoesquelética em nível global, afetando predominantemente adultos e sendo responsável por altos índices de impacto socioeconômico (Hoy *et al.*, 2014). O diagnóstico clínico da LCI geralmente se baseia no relato do paciente, visto que, em grande parte dos casos, a condição é inespecífica e de etiologia multifatorial (Vos *et al.*, 2017).

A lombalgia é dividida em basicamente em duas categorias, sendo (1) as específicas e (2) as inespecíficas. A lombalgia específica possui uma causa identificável, como hérnia de disco ou estenose espinhal, diagnosticável por exames e testes clínicos. Em contraste, a lombalgia inespecífica não apresenta causas anatômicas ou patológicas claras e está associada a fatores como sobrecarga mecânica e estressores psicossociais (Farley *et al.*, 2024).

A duração da dor é outro critério essencial, sendo a dor aguda quando dura menos de três meses, geralmente resolvendo-se espontaneamente. Por outro lado, quando a dor persiste por mais de três meses, torna-se crônica, estando associada a níveis mais elevados de dor e incapacidades (World health organization, 2023).

A LCI representa uma das principais causas de incapacidade e prejuízo à qualidade de vida globalmente e também no Brasil. Estima-se que aproximadamente 23% dos adultos experienciem lombalgia crônica em algum momento, sendo essa condição responsável por cerca de 60-80% dos casos de incapacidade prolongada no trabalho (Maher *et al.*, 2017; Hoy *et al.*, 2014). No Brasil, a prevalência da LCI é mais acentuada em áreas de menor poder socioeconômico, onde o acesso a cuidados preventivos e tratamentos especializados é limitado, o que pode agravar o quadro de

incapacidade e aumentar a carga para o sistema de saúde (Meucci *et al.*, 2015; Carregaro *et al.*, 2020). Estudos reforçam a necessidade de priorizar a lombalgia crônica inespecífica em políticas públicas de saúde e em pesquisas, devido ao seu impacto socioeconômico e à alta prevalência global (Bemani *et al.*, 2023; Zhou *et al.*, 2024).

Além da dor persistente, a LCI frequentemente resulta em alterações biopsicossociais, como a catastrofização e a cinesiofobia, que agravam a percepção de dor e limitam ainda mais a funcionalidade (Picavet, Vlaeyen e Schouten, 2002). No contexto fisiológico, a LCI está associada ao aumento da atividade simpática, o que eleva a frequência cardíaca (FC) e compromete a recuperação cardiovascular (Reynolds e Minic, 2023).

A frequência cardíaca de recuperação (FCR) é um indicador importante de disfunção no sistema nervoso autônomo (SNA) (Reynolds e Minic, 2023). A FCR mede a capacidade do coração de retornar à sua frequência basal após o exercício, refletindo a eficiência da recuperação cardiovascular e a modulação autonômica (Armstrong, *et al.* 2022). Estudos mostram que uma recuperação mais lenta da frequência cardíaca está associada a uma maior atividade simpática e menor atividade parassimpática, indicando disfunção autonômica (Armstrong, *et al.*, 2022; Cozgarea *et al.*, 2024; Kim *et al.*, 2017). Em pessoas com LCI, a FCR pode ser um parâmetro crucial para avaliar a saúde cardiovascular e a capacidade de recuperação (Kim *et al.* 2017).

Outro parâmetro importante é o duplo produto da pressão arterial (DPPA), que integra a frequência cardíaca e a pressão arterial sistólica para quantificar a carga de trabalho cardíaca. O DPPA, também conhecido como produto de pressão e frequência, é calculado multiplicando a frequência cardíaca pela pressão arterial

sistólica. Este índice é amplamente utilizado para estimar o trabalho cardíaco e o consumo de oxigênio do miocárdio (Yazdani *et al.*, 2020).

Durante a prática de exercícios físicos, é comum observar um aumento transitório na pressão arterial, que é tipicamente temporário. Contudo, variações extremas, tanto elevadas quanto reduzidas, podem indicar alteração no sistema cardiovascular (Healthline, 2024). Idealmente, ao fim do exercício, a pressão arterial deve retornar gradualmente aos níveis basais. A rapidez com que a pressão arterial se normaliza pós-exercício é um indicativo importante da saúde cardiovascular do indivíduo (Healthline, 2024; Kim e Ha, 2016).

Estudos mostram que pacientes com LCI apresentam um aumento significativo na frequência cardíaca e na pressão arterial durante o exercício, indicando uma carga cardíaca mais elevada e uma menor capacidade de recuperação cardiovascular (Forjaz *et al.* 1998; Reynolds e Minic, 2023; Farley *et al.*, 2024;).

Entre os indicadores fisiológicos utilizados para investigar alterações no sistema nervoso autônomo (SNA), a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) tem se destacado como uma ferramenta confiável e não invasiva para compreender as adaptações autonômicas em condições de dor crônica, incluindo a LCI. A VFC reflete as interações dinâmicas entre o sistema nervoso simpático e parassimpático na modulação cardíaca, sendo um parâmetro importante para compreender as adaptações autonômicas em pessoas com LCI, o que pode ser uma ferramenta útil para avaliar e monitorar a disfunção autonômica dessas pessoas, contribuindo para o desenvolvimento de intervenções terapêuticas mais eficazes (Shaffer e Ginsberg, 2017).

Embora estudos anteriores tenham demonstrado que a lombalgia crônica inespecífica (LCI) pode afetar sistema nervoso autônomo (SNA) e o comportamento

hemodinâmico (Kim e Ha, 2016; Armstrong, *et al.* 2022; Reynolds e Minic, 2023; Healthline, 2024;), ainda há uma lacuna na literatura em relação à mensuração dessas variáveis após um teste de esforço máximo. Esse tipo de teste permite avaliar a recuperação autonômica e cardiovascular em condições controladas de estresse físico (Scott, Kenneth e Glen, 2017).

Esta pesquisa visa preencher essa lacuna, investigando a VFC, a FCR e o DPPA em indivíduos com LCI, em comparação com indivíduos saudáveis, para entender melhor como a lombalgia crônica inespecífica influencia a recuperação cardiovascular e o equilíbrio autonômico pós-exercício.

2. OBJETIVO

Analisar a frequência cardíaca de recuperação (FCR), o duplo produto da pressão arterial (DPPA) e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em indivíduos com Lombalgia Crônica Inespecífica (LCI), comparando-as com as de indivíduos saudáveis, para avaliar o impacto desta patologia sobre a recuperação cardiovascular e o funcionamento autonômico pós-teste de esforço máximo.

2.1 Objetivos específicos

- Comparar a FCR entre indivíduos com e sem LCI para avaliar a capacidade de recuperação cardiovascular imediata pós-teste de esforço máximo, em diferentes momentos.
- Avaliar a VFC entre indivíduos com e sem LCI, identificando diferenças nos domínios de tempo e frequência como indicadores de adaptação autonômica ao estresse físico, antes e após teste de esforço máximo.
- Comparar o DPPA em condições de repouso, após teste de esforço máximo e no 3° minuto de recuperação após teste de esforço máximo, entre indivíduos com e sem LCI, para investigar a sobrecarga cardíaca.
- Analisar o balanço autonômico por meio da razão LF/HF nos momentos pré e pós- teste de esforço máximo, em indivíduos com LCI, comparando com o grupo controle para determinar o impacto da LCI na recuperação autonômica.

3. HIPÓTESES

Hipótese 1 - Frequência Cardíaca de Recuperação - FCR:

- H0 (Hipótese Nula): Não há diferença significativa nos valores da frequência cardíaca de recuperação (FCR) entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço).
- H1 (Hipótese Alternativa): Há uma diferença significativa nos valores da frequência cardíaca de recuperação (FCR) entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço).

Hipótese 2 - Variabilidade da Frequência Cardíaca - VFC:

- H0 (Hipótese Nula): Não há diferença significativa nos valores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço).
- H1 (Hipótese Alternativa): Há uma diferença significativa nos valores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço).

Hipótese 3 - Duplo Produto da Pressão Arterial (DPPA):

- H0 (Hipótese Nula): Não há diferença significativa nos valores do duplo produto da pressão arterial (DPPA) entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em repouso, após o teste de esforço máximo e no 3º minuto de recuperação.

- H1 (Hipótese Alternativa): Há uma diferença significativa nos valores do duplo produto da pressão arterial (DPPA) entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em repouso, após o teste de esforço máximo e no 3º minuto de recuperação.

Hipótese 4 - Balanço Autonômico - Razão LF/HF:

- H0 (Hipótese Nula): Não há diferença significativa na razão LF/HF entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço).
- H1 (Hipótese Alternativa): Há uma diferença significativa na razão LF/HF entre os indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle, em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Pesquisa ocorreu no Departamento A de Educação Física do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) após os procedimentos do estudo serem aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da referida instituição (CAAE: 14783219.2.0000.5087). Esta pesquisa ocorreu entre 2023 a 2024.

O recrutamento dos voluntários se deu de forma livre e espontânea, nas áreas de São Luís do Maranhão, Paço do Lumiar e São José de Ribamar, além da comunidade universitária e entorno da UFMA, por meio da divulgação verbal, cartazes e mídia social. Todos os voluntários incluídos no estudo validaram a sua participação por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

4.1 Participantes

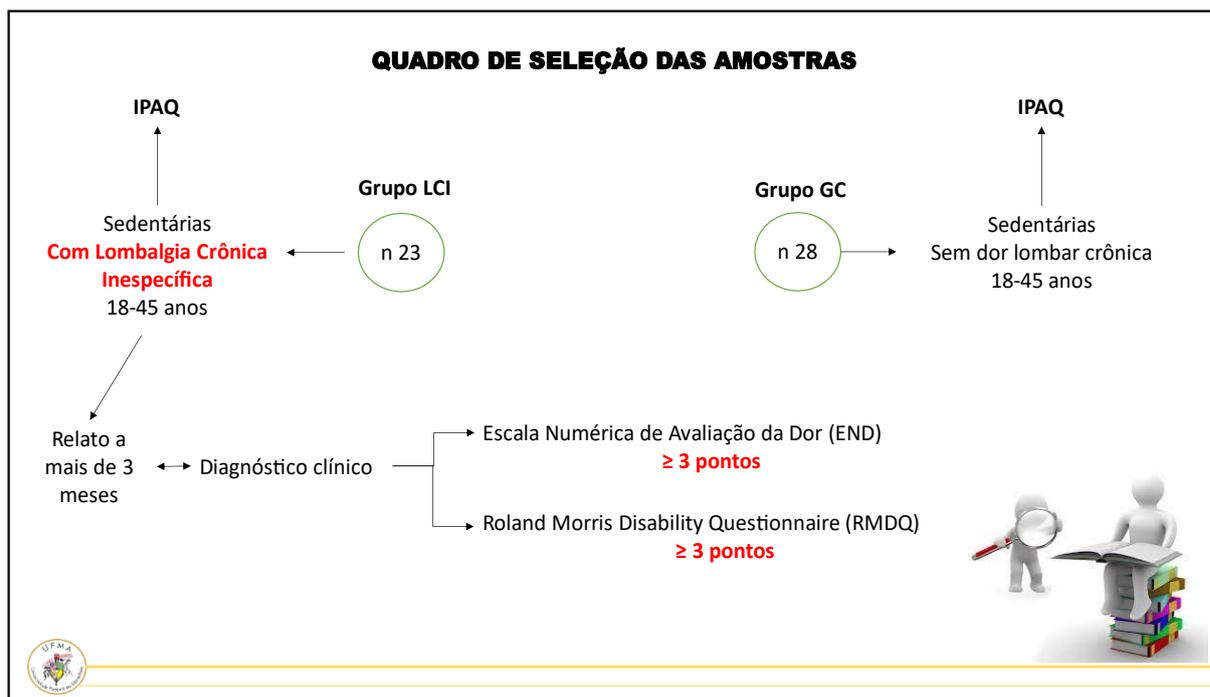
O estudo incluiu 76 participantes, sendo formados dois grupos conforme os critérios de inclusão: o Grupo (LCI) que foi composto por indivíduos com Lombalgia Crônica Inespecífica e o Grupo Controle (GC), por indivíduos saudáveis e sem LCI.

Os critérios de inclusão, para o grupo LCI, foram indivíduos de ambos os gêneros, com idades entre 18 e 45 anos, fisicamente não ativos, e com relato de LCI há pelo menos 3 meses. A confirmação da LCI foi feita por avaliação clínica, considerando relatos de dor e pontuações ≥ 3 pontos na Escala Numérica de Dor (Paraizo, Zambon e Priscila, 2019) e ≥ 3 pontos no Questionário de Incapacidade de Roland-Morris (Nusbaum *et al.*, 2001).

Para o grupo GC, foram aplicados os mesmos critérios de inclusão e exclusão, exceto pela ausência de lombalgia ou qualquer outra dor crônica.

Após esta análise, dos 76 participantes selecionados, porém, 25 não obedeceram aos critérios físicos de níveis de atividade física, sendo caracterizados como indivíduos ativos, totalizando 51, divididos em 23 para o grupo LCI e 28 para o grupo GC.

Figura 1. Quadro de seleção das amostras



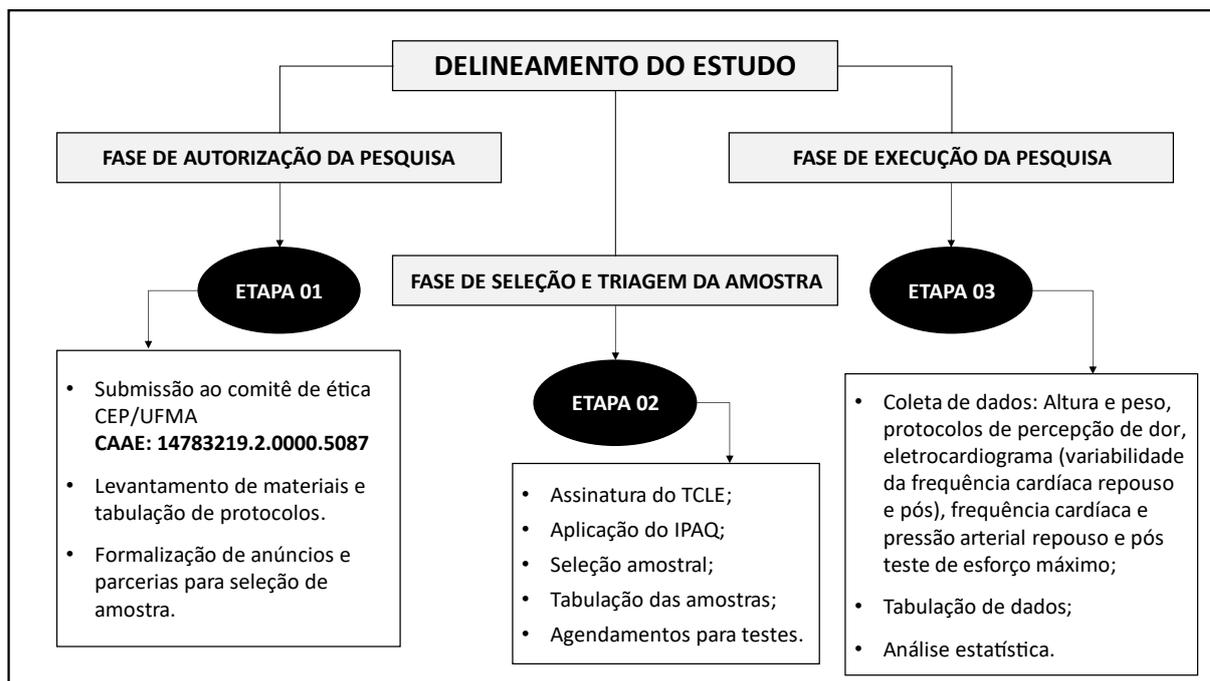
Quantidade de participantes em cada grupo. Método de seleção.

4.2 Critérios de Exclusão

Os critérios de exclusão para ambos os grupos incluíram: histórico de traumas ou fraturas na coluna vertebral ou membros inferiores, cirurgias na coluna vertebral, uso de analgésicos nos últimos sete dias, tratamento fisioterapêutico para lombalgia nos últimos três meses, presença de outras dores crônicas, e diagnóstico de doenças cardiovasculares, metabólicas, reumáticas, neurológicas, infecciosas ou pulmonares.

Para fins deste estudo, foram considerados sedentários os participantes que não praticaram exercício físico regular nos últimos 12 meses, conforme quantificado pelo Questionário Internacional de Atividade Física - IPAQ (Matsudo *et al.*, 2001).

Figura 2. Quadro de delineamento da pesquisa.



CAAE, Certificado de Apresentação de Apreciação Ética. Etapas da pesquisa.

4.3 Procedimentos de Avaliação

A coleta de dados foi distribuída em três fases: avaliação lombar, avaliação autonômica e teste de esforço.

4.3.1 Aplicação de Questionários

Os protocolos utilizados foram: Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), Escala Numérica de Dor (END), Questionário de Incapacidade de Roland-Morris (QIRM), Escala de Catastrofização da Dor (EPC) e Escala de Tampa para Cinesiofobia (ETC).

O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) – versão curta foi desenvolvido para avaliar rapidamente os níveis de atividade física em populações adultas (18-65 anos). Este instrumento contém 7 perguntas e é focado em registrar a frequência e a duração das atividades realizadas pelos indivíduos nos últimos sete dias, divididas em três categorias principais: Atividades físicas vigorosas, atividades físicas moderadas e caminhada.

END é uma escala simples e de fácil mensuração que consiste em uma sequência de números, de 0 a 10, no qual o valor 0 representa “sem dor” e o numeral 10 representa “pior dor que se pode imaginar”. Desta forma, os voluntários graduaram a sua dor tendo como base esses parâmetros. Em relação a sua classificação, foi considerado dor leve score 0-2, dor moderada score 3-6, dor intensa score 7-10. O grau de dor foi avaliado quando o indivíduo estava na condição de repouso e após movimentos da lombar.

O RMDQ é um instrumento amplamente utilizado para avaliar o grau de incapacidade funcional em indivíduos com dor lombar. Composto por 24 itens, que descrevem atividades da vida diária frequentemente impactadas por condições relacionadas à dor lombar, como caminhar, vestir-se, sentar-se e realizar tarefas domésticas. Cada item é apresentado na forma de uma afirmação, e os respondentes marcam os itens que refletem suas dificuldades no dia da avaliação. A pontuação final é obtida somando-se o número de itens marcados, variando de 0-3 (sem incapacidade), 4-6 (incapacidade moderada), 7-10 (incapacidade intensa), 11-24 (incapacidade grave). A interpretação dos escores é direta: quanto maior a pontuação, maior o impacto da dor lombar sobre as atividades diárias do indivíduo.

A Escala de Pensamentos Catastróficos sobre Dor (EPCD) é um instrumento amplamente utilizado para medir a intensidade dos pensamentos catastróficos associados à dor. Composta por 9 itens, que avaliam três dimensões principais da catastrofização: Ruminação, amplificação e desamparo. Cada item foi avaliado em uma escala Likert de 5 pontos, que varia de 0 (nunca) a 5 (quase sempre), indicando a frequência com que o indivíduo experimenta cada pensamento em relação à dor. A pontuação total da EPCD é calculada somando-se as respostas de todos os 9 itens e, em seguida, dividindo o total pelo número de itens (9). Este procedimento gera uma

média escalar, que reflete o nível geral de pensamentos catastróficos sobre a dor. A pontuação resultante pode variar de 0 (nenhuma catastrofização), 0-1 (catastrofização baixa), 1-1,2 (catastrofização moderada), 2,1-3 (catastrofização alta) e >3 (catastrofização muito alta). Níveis mais elevados indicaram maiores tendências à catastrofização e estão associados a piores resultados relacionados à dor, incluindo maior intensidade percebida da dor e maior incapacidade funcional (Sardá-junior, 2008).

A ETC é um instrumento amplamente utilizado para avaliar o medo relacionado ao movimento (cinesiofobia) em indivíduos com condições dolorosas, especialmente dores musculoesqueléticas crônicas. Contém 17 itens, dispostos em formato de escala Likert de 4 pontos, variando de 1 (discordo totalmente) a 4 (concordo totalmente). Os itens avaliam dois fatores principais: Medo de movimento e lesão física e evitamento de atividades. A pontuação total da ETC é obtida somando-se as respostas de todos os 17 itens, com escores variando de 0-16 (sem cinesiofobia), 17-34 (cinesiofobia leve), 35-50 (cinesiofobia moderada) e 51-68 (cinesiofobia grave). Pontuações mais altas indicam maior grau de cinesiofobia (Visscher *et al.*, 2007).

4.3.2 Avaliação de Parâmetros de medidas da estatura e IMC

A massa corporal total é representada pelo peso do indivíduo e foi coletada através da balança eletrônica W-200/5 Bivolt Welmy, limite máximo de 200kg, que possui uma régua antropométrica acoplada para uso adulto, devidamente registrada e certificada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). A verificação inicial da balança é número 13.518.810-6, disponibilizada pelo Laboratório de Avaliação e Reabilitação Psicomotriz e Orgânica (LAREPO), da UFMA. A estatura foi medida pela distância entre a base plantar e o vértex (ponto mais superior da cabeça) e foi utilizada a balança citada anteriormente. A avaliação da

massa corporal total e estatura, ocorreu de maneira conjunta, sendo a estatura medida na própria balança. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado dividindo-se o peso de uma pessoa em quilogramas (kg) pela altura em metros (m) elevada ao quadrado (altura x altura), interpretados da seguinte forma: menor que 18,5 indica magreza; 18,5 a 24,9 é considerado peso normal; 25 a 29,9 é acima do peso; 30 a 34,9 é obesidade grau I; 35 a 39,9 é obesidade grau II; e maior que 40 é obesidade grau III (Brasil, 2024).

4.3.3 Avaliação de Parâmetros de medidas da frequência cardíaca e pressão arterial

Para a coleta da frequência cardíaca, foi utilizado um frequencímetro Polar com cinta torácica, conectado ao aplicativo Polar Beat instalado em um smartphone. O sistema gravava, em tempo real, todas as medições realizadas durante o período de coleta. Os participantes foram instruídos a permanecer em repouso absoluto por pelo menos 10-15 minutos, em posição sentada, antes do início da medição, conforme as recomendações das diretrizes internacionais. Os dados coletados foram armazenados automaticamente no aplicativo para posterior análise (American College of Cardiology Foundation, 2013).

A pressão arterial em repouso foi medida utilizando um esfigmomanômetro aneroide e um estetoscópio Littmann Classic III, garantindo precisão e confiabilidade nos registros. As medições foram realizadas no braço direito do participante, com o mesmo em posição relaxada e ao nível do coração. Para maior rigor, duas medições foram realizadas com intervalo de 1 minuto entre elas, e a média dos valores foi utilizada para a análise (American College of Cardiology Foundation, 2013).

Ambos os procedimentos seguiram as recomendações da American Heart Association (AHA) para padronização na coleta de dados em estudos clínicos. O

ambiente de coleta foi mantido silencioso, com temperatura controlada, para minimizar interferências externas nos resultados (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013; American College of Cardiology Foundation, 2013).

4.3.4 Avaliação de Parâmetros de medidas da variabilidade da frequência cardíaca

Após, o avaliado se sentado, de maneira mais confortável possível, por 10-15 minutos e escala END aplicada, variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso foram realizadas com o voluntário deitado, costas apoiadas em decúbito dorsal e em descanso por 10 minutos.

Foi utilizando um eletrocardiograma de 12 derivações, com uma frequência amostral do sinal ECG de 600 Hz (Micromed Biotecnologia) para obtenção momento a momento dos intervalos R-R. Os indivíduos permanecerão deitados em repouso por pelo menos 20 minutos e o eletrocardiograma monitorado por 10 minutos. Esse exame será aplicado antes do teste de esforço, agudamente após o teste. No final de cada exame a série de intervalos R-R será extraída em formato .txt através do próprio software de análise (Wincardio 6.1.1, Micromed Biotecnologia), possibilitando uma posterior análise da variabilidade do intervalo R-R no domínio do tempo e da frequência.

Em formato texto os exames serão transferidos e analisados através do programa Kubios HRV 2.0 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Kuopio, Finlândia) no qual será processado o sinal ECG para obtenção das variáveis referentes à VFC no domínio do tempo e da frequência.

No domínio do tempo serão escolhidas as variáveis SDNN (desvio padrão do intervalo R-R), RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes, expresso em milissegundos [ms]), Média RR

(média dos intervalos R-R normais, expresso em milissegundos [ms]), Média HR (frequência cardíaca média em batimentos por minuto [bpm]) e PNN50 (percentual de batimentos maiores que 50 ms).

A análise dos dados de VFC no domínio da frequência será realizada pela Transformada Rápida de Fourier (FFT) em trechos de 5 minutos, com interpolação de 4 Hz e overlap de 50%. As bandas de interesse serão as de muito baixa frequência ou MBF (0 a 0.04Hz), baixa frequência ou BF (0.04 a 0.15 Hz e este componente refere-se predominantemente a modulação simpática) e alta frequência ou AF (0.15 a 0.4 Hz, refere-se à modulação parassimpática). Adicionalmente, os mesmos serão analisados e apresentados na sua forma normalizada (nu) e estabelecido o balanço simpato-vagal (BF/AF)

Adicionalmente será utilizado como análise não linear da HRV a análise simbólica. Este método consiste na transformação da série de iRR para números inteiros, estes por sua vez sendo identificados por símbolos. Os símbolos serão identificados na série temporal e agrupamentos de três em três números representantes dos valores das séries dos iRR formando então, os padrões simbólicos.

Referente ao tipo de variação cada padrão se encontra agrupado em quatro famílias, sendo as seguintes: 1) padrões sem variação [0V - representa a modulação simpática], 2) padrões com uma variação [1V – reflete a modulação simpática e parassimpática], 3) padrões com duas variações similares [2LV - corresponde à atividade parassimpática], 4) padrões com duas variações diferentes [2UV - corresponde à atividade parassimpática]. Dessa forma, serão avaliados os índices de ocorrência de todas as famílias: 0V%, 1V%, 2LV% e 2UV% (GUZZETTI et al., 2005; PORTA et al., 2007).

4.3.5 Teste de esforço máximo

Após esse período, coletou-se a frequência cardíaca e a pressão arterial de repouso novamente e estimou-se a frequência cardíaca máxima de segurança segundo a fórmula de Tanaka *et al.* (2001): $FC \text{ máxima} = 208 - (0,7 \times \text{idade})$. Essa frequência cardíaca máxima foi usada tanto como referência de segurança quanto como limite para o teste de esforço máximo.

Para avaliar a resposta cardiovascular, foi utilizado o Protocolo de Bruce (Myers *et al.*, 2001), em esteira com rampa, teste de esforço máximo, monitorado por um eletrocardiógrafo digital com software específico (ErgoPC Elite, versão 3.2.1.5, Micromed Biotecnologia, Brasília, DF, Brasil). Protocolo individualizado, com uma duração média entre 8 a 12 minutos, possibilitando um aumento da carga de acordo com a condição do indivíduo, em uma esteira Centurion (Micromed Biotecnologia). O participante foi equipado com um frequencímetro polar e um esfigmomanômetro para controle da pressão arterial (já mencionados anteriormente). Uma escala de Borg foi posicionada à frente da esteira para mensurar a percepção de esforço do participante. O teste era interrompido caso o participante relatasse esforço elevado antes de atingir a frequência cardíaca máxima ou apresentasse pressão arterial sistólica acima de 200 mmHg ou diastólica acima de 100 mmHg.

O teste de esforço máximo foi composto por cinco níveis de esforço, com duração de 2 minutos cada. Em cada nível, foram registradas a percepção de esforço (escala de Borg), frequência cardíaca e pressão arterial. As intensidades foram ajustadas conforme a progressão do protocolo: Nível 1 - Inclinação 0%, velocidade 2,7 km/h, MET 2; Nível 2 - Inclinação 10%, velocidade 2,7 km/h, MET 4; Nível 3 - Inclinação 12%, velocidade 4 km/h, MET 7; Nível 4 - Inclinação 14%, velocidade 5,5

km/h, MET 10; e Nível 5 - Inclinação 16%, velocidade 6,7 km/h, MET 13 (máximo atingido pelos participantes).

O teste de esforço máximo foi realizado por um único e experiente examinador que conheça previamente a frequência cardíaca máxima (FCM) obtida antes e durante cada estágio do protocolo. Além da FCM, foi também analisado o descenso da FC, ou seja, a frequência cardíaca de recuperação, sendo a FCM subtraída da FC nos 10, 20, 30 segundos, primeiro, segundo e terceiro minuto pós-esforço. A forma de recuperação do exercício submáximo foi feita por meio de uma recuperação ativa: recuperação a 1,5 mph (2,4 km/h) a 2,5% de inclinação por pelo menos três minutos.

Adicionalmente foram monitoradas as pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) no 3º minuto e adicionalmente o duplo produto - PAS multiplicado pela FC - (DP) atingidos no último minuto de teste.

4.3.6 Parâmetros e Critérios de Interrupção

Toda pesquisa envolve riscos. No entanto, vários procedimentos foram tomados para minimizar os riscos. Primeiro ponto foi, apesar de ser sedentários, os participantes do estudo não apresentarão doença cardíaca diagnosticada.

Na detecção de algum risco durante a execução dos procedimentos, tais como náuseas, dispneia, angina ou pré-síncope, os procedimentos serão imediatamente interrompidos. Como forma de prevenir a ocorrência dos riscos, a avaliação e o teste de esforço serão realizados de maneira individual e por um profissional fisioterapeuta e um profissional da educação física com experiência com pacientes com dor e com disfunções cardiológicas.

Mesmo assim, o participante poderá solicitar desistência a qualquer momento caso não se sinta à vontade para continuar.

Cabe ressaltar que a equipe que realizará as avaliações e teste de esforço apresentam treinamento em primeiros socorros e o local de coleta apresenta o DEA (Desfibrilador Externo Automático).

Com relação à possibilidade de ocorrência de dores durante às avaliações, os participantes do estudo serão orientados a sinalizar a ocorrência de qualquer dor, sendo imediatamente suspenso os exames. Além disso, um fisioterapeuta acompanhará todo o procedimento.

Durante o teste, a frequência cardíaca máxima foi considerada em dois momentos: (1) como preditor de segurança e (2) no pico de esforço atingido. O teste foi interrompido se o participante demonstrasse sinais de desconforto ou se os parâmetros de segurança fossem ultrapassados, conforme recomendado pela Associação Brasileira de Cardiologia (ABC) e pela American Heart Association (AHA), considerando limites de pressão arterial sistólica >200 mmHg e diastólica >100 mmHg (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013; American College of Cardiology Foundation, 2013).

4.3.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software GraphPad Prism versão 10.4.0. Inicialmente, aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para cada variável. Para variáveis com distribuição normal, utilizou-se o teste *t* de Student, e para variáveis sem distribuição normal, o teste de Mann-Whitney U. Comparações entre os grupos com lombalgia Crônica (LCI) e grupo controle consideraram variáveis como FCR, DPPA e VFC em diferentes momentos (pré e pós-teste de esforço), com nível de significância de 0,05.

5. RESULTADO

A Tabela 1 apresenta a distribuição de frequência, médias e os resultados do teste de normalidade para as variáveis idade, gênero e IMC nos grupos com Lesão Crônica Inespecífica (LCI) e controle (GC). No grupo LCI, 69,6% dos participantes eram do gênero feminino e 30,4% do masculino, enquanto no GC essa proporção foi de 67,9% e 32,1%, respectivamente.

No que diz respeito à idade, o grupo LCI apresentou uma média de 28,2 anos ($\pm 4,62$), enquanto o GC apresentou uma média de 30,3 anos ($\pm 8,11$). Ambos os grupos demonstraram normalidade na distribuição dessa variável, conforme o teste de Shapiro-Wilk ($p = 0,881$ para LCI e $p = 0,146$ para GC). Quando analisados por gênero, as médias de idade no sexo feminino foram de 28,5 anos ($\pm 4,97$) no grupo LCI e 30,0 anos ($\pm 8,54$) no GC, com resultados indicando normalidade para ambos ($p = 0,903$ e $p = 0,294$, respectivamente). Entre os homens, as médias de idade foram de 27,6 anos ($\pm 3,99$) no LCI e 30,9 anos ($\pm 7,54$) no GC, também com normalidade evidenciada ($p = 0,986$ e $p = 0,257$, respectivamente). Esses dados reforçam a homogeneidade dos grupos quanto à idade, sem diferenças significativas entre as distribuições de ambos os grupos.

Quanto ao IMC, ambos os grupos demonstraram uma prevalência de sobrepeso, com 69,6% dos participantes do grupo LCI e 64,3% do GC classificados como acima do peso. As médias de IMC foram semelhantes entre os grupos para indivíduos com peso normal: $23,0 \pm 2,24$ (LCI) e $23,5 \pm 1,39$ (GC). Nos participantes com sobrepeso, a média foi ligeiramente maior no grupo LCI ($27,3 \pm 1,38$) em comparação ao GC ($26,4 \pm 1,09$).

Os resultados do teste de Shapiro-Wilk indicaram normalidade para as variáveis idade e IMC na maioria das categorias, exceto em alguns subgrupos, como o IMC acima do peso no gênero feminino do GC, onde valores de p menores que 0,05 sugerem uma distribuição não normal.

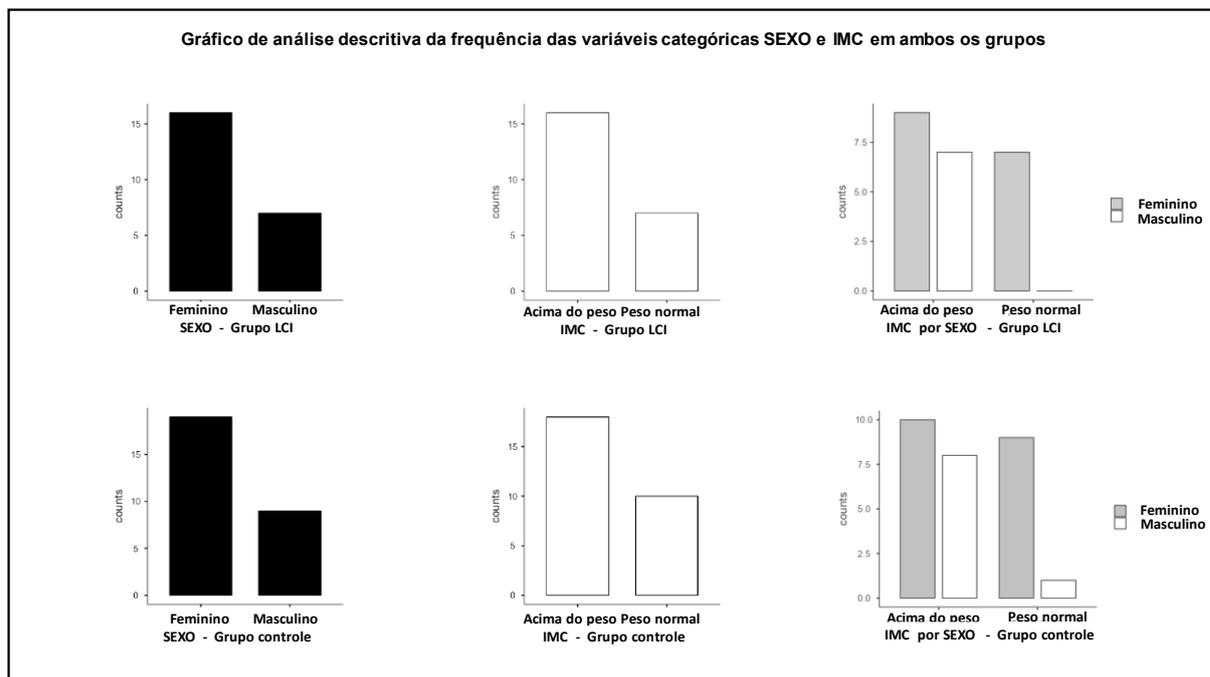
Tabela 1. Distribuição de Frequência, Médias e Teste de Normalidade para as Variáveis de Idade, Gênero e IMC em Grupos com e sem lombalgia Crônica.

Variável	Class.	Categoria	Grupo	n	Freq (%) Total	Média ± DP	Shapiro-Wilk	
							w	p
Idade	Total		LCI	23	-	28.2 ± 4.62	0.979	0.881
			GC	28	-	30.3 ± 8.11	0.945	0.146
	Masc.		LCI	7	-	27.6 ± 3.99	0.987	0.986
			GC	9	-	30.9 ± 7.54	0.901	0.257
	Fem.		LCI	16	-	28.5 ± 4.97	0.974	0.903
			GC	19	-	30.0 ± 8.54	0.943	0.294
Sexo	Total		LCI	23	100	-	-	-
			GC	28	100	-	-	-
	Masc.		LCI	7	30.4	-	-	-
			GC	9	32.1	-	-	-
	Fem.		LCI	16	69.6	-	-	-
			GC	19	67.9	-	-	-
Class. de IMC	Total		LCI	7	30.4	23.0 ± 2.24	0.847	0.116
			GC	10	35.7	23.5 ± 1.39	0.863	0.082
	Peso normal	Masc.	LCI	0	0	-	-	-
			GC	1	2	-	-	-
	Fem.		LCI	7	13.7	23.0 ± 2.23	0.847	0.116
			GC	9	17.6	23.7 ± 1.34	0.792	0.017
	Total		LCI	16	69.6	27.3 ± 1.38	0.971	0.857
			GC	18	64.3	26.4 ± 1.09	0.830	0.004#
	Acima do peso	Masc.	LCI	7	100	27.3 ± 1.68	0.944	0.671
			GC	8	96.4	26.1 ± 0.83	0.911	0.363
Fem.		LCI	9	39.1	27.4 ± 1.20	0.912	0.327	
		GC	10	35.7	26.7 ± 1.24	0.735	0.002#	

Categoria: Subdivisão das variáveis; **Grupo:** Indica o grupo com Lombalgia Crônica (LCI) e o grupo controle (GC); **n:** Número de participantes em cada categoria; **Class.:** Classificação da variável; **Masc.:** Gênero Masculino; **Fem.:** Gênero Feminino; **Freq (%) Total:** Frequência total ou absoluta em porcentagem para cada categoria. **Freq (%) Acum.:** Frequência acumulada ou relativa em porcentagem. **Média ± DP:** Média da variável com desvio padrão. **Shapiro-Wilk (w, p):** Teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. "w" representa o valor da estatística do teste e "p" o valor de significância, com # p < 0,05 indicando uma distribuição não normal.

A Figura 1 apresenta a proporção entre os gêneros nos grupos LCI e GC, bem como as distribuições de idade e IMC. Observa-se uma semelhança entre os grupos, tanto na proporção de gêneros quanto nas médias das variáveis idade e IMC, conforme demonstrado nos resultados. Esses dados reforçam a homogeneidade da amostra e descartam gênero, idade e IMC como potenciais fatores de viés na análise.

Figura 3. Gráficos de Análise Visual das Variáveis SEXO e IMC em Indivíduos com e sem Lombalgia Crônica Inespecífica.



SEXO: Classificação por gênero (masculino e feminino); **Masc.:** Gênero Masculino; **Fem.:** Gênero Feminino; **IMC:** Índice de Massa Corporal; **LCI:** Grupo com Lombalgia Crônica Inespecífica; **GC:** Grupo Controle.

A Tabela 2 detalha os resultados relacionados à dor, incapacidade, catastrofização e cinesiofobia. Em relação aos níveis de percepção de dor no protocolo END, todos os participantes do grupo LCI relataram dor moderada, com uma média de $4,57 \pm 0,94$. Na observação dos índices de incapacidade, os dados do QIRM revelaram uma distribuição heterogênea, onde, 21,1% relataram incapacidade moderada, 34,8% intensa e 39,1% grave.

As médias aumentaram com a gravidade, variando de $5,67 \pm 0,51$ (moderada) a $12,11 \pm 0,92$ (grave). Todos os níveis apresentaram distribuição não normal ($p < 0,05$). Ao observar os níveis de catastrofização no protocolo EPC, 82,6% dos participantes apresentaram níveis altos, com média de $2,58 \pm 0,25$. Os níveis de catastrofização baixa e muito alta não foram reportadas.

O teste de normalidade para os níveis moderada e alta, indicaram distribuição não normal ($p = 0,024$; $0,026$, respectivamente). Em relação aos níveis de cinesiofobia

no protocolo ETC, 69,6% apresentaram níveis moderados ($40,9 \pm 3,89$) e 30,4% níveis leves ($21,3 \pm 1,38$). O teste de Shapiro-Wilk revelou normalidade para a cinesiofobia moderada e leve ($p = 0.067$; $p = 0.161$, respectivamente).

Tabela 2. Distribuição e Estatísticas Descritivas de Variáveis Relacionadas à Percepção de Dor, Incapacidade, Catastrofização e Cinesiofobia em Participantes com Lombalgia Crônica.

Variável	Classificação	Categoria	n	Freq (%) Total	Média ± DP	Shapiro-Wilk	
						w	p
END	Total		23	100	4.57 ± 0.94	-	-
	Dor	Leve	0	0	-	-	-
		Moderada	23	100	4.57 ± 0.94	-	-
		Intensa	0	0	-	-	-
QIRM	Total		23	100	9.43 ± 2.74	0.904	0.031#
	Incapacidade	Moderada	6	21.1	5.67 ± 0.51	0.640	0.001#
		Intensa	8	34.8	9.25 ± 1.03	0.745	0.007#
		Grave	9	39.1	12.11 ± 0.92	0.780	0.012#
EPC	Total		23	100	2.47 ± 0.34	0.897	0.022
	catastrofização	Baixa	0	0	-	-	-
		Moderada	4	17.4	1.94 ± 0.06	0.729	0.024#
		Alta	19	82.6	2.58 ± 0.25	0.884	0.026#
		Muito Alta	0	0	-	-	-
ETC	Total		23	100	37.7 ± 6.41	0.906	0.033#
	Cinesiofobia	Sem	0	0	-	-	-
		Leve	7	30.4	21.1 ± 3.18	0.863	0.161
		Moderada	16	69.6	40.9 ± 3.38	0.895	0.067
		Grave	0	0	-	-	-

END: Escala Numérica de Dor; **QIRM:** Questionário de Incapacidade de Roland-Morris; **EPC:** Escala de Pensamentos Catastróficos sobre Dor; **ETC:** Escala Tampa de Cinesiofobia; **Freq (%) Total:** Frequência total ou absoluta em porcentagem para cada categoria. **Freq (%) Acum.:** Frequência acumulada ou relativa em porcentagem. **Média ± DP:** Média da variável com desvio padrão. **Shapiro-Wilk (w, p):** Teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. "w" representa o valor da estatística do teste e "p" o valor de significância, com # $p < 0,05$ indicando uma distribuição não normal.

Os resultados para a Frequência Cardíaca de Recuperação, estão apresentados na Tabela 3 e nas Figuras 2.

Em relação à Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR), o grupo controle (GC) apresentou uma recuperação significativamente maior em todos os intervalos de tempo analisados após o teste de esforço máximo, quando comparado ao grupo com Lesão Crônica Inespecífica (LCI). As médias de FCR variaram de $11,04 \pm 2,38$ (10° segundo) a $61,6 \pm 3,07$ (3° minuto) no GC, enquanto no grupo LCI as médias variaram de $4,87 \pm 1,82$ a $50,0 \pm 2,92$.

Os valores de p do teste t de Student indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em todos os intervalos avaliados ($p < 0,001$). Além disso,

a normalidade foi confirmada para a maioria das variáveis por meio do teste de Shapiro-Wilk, com exceção da FCR no 10° segundo no grupo LCI ($p = 0,027$), que apresentou uma distribuição não normal. Essas diferenças ressaltam a maior eficiência na recuperação cardíaca do grupo controle em comparação ao grupo com LCI.

Tabela 3. Teste de Normalidade e comparação da Variável de Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR).

Período	Grupo	Média ± DP	Shapiro-Wilk		Teste estatístico				
					Mann-Whitney U		t de Student		
			W	p	estatística	p	estatística	p	
Frequência Cardíaca de Recuperação									
FCR 10° Seg.	LCI	4.87 ± 1.82	0.901	0.027 [#]	13.5	< .001 [*]			
	GC	11.04 ± 2.38	0.970	0.582					
FCR 20° Seg.	LCI	19.2 ± 2.68	0.983	0.953			-13.97	< .001 [†]	
	GC	31.7 ± 3.52	0.961	0.365					
FCR 30° Seg.	LCI	29.2 ± 3.73	0.964	0.553			-9.89	< .001 [†]	
	GC	39.2 ± 3.48	0.970	0.580					
FCR 1° Min.	LCI	38.8 ± 4.40	0.937	0.156			-6.62	< .001 [†]	
	GC	46.3 ± 3.65	0.945	0.149					
FCR 2° Min.	LCI	50.9 ± 4.28	0.944	0.214			-2.89	0.003 [†]	
	GC	54.1 ± 3.64	0.977	0.767					
FCR 3° Min.	LCI	50.0 ± 2.92	0.930	0.109			-3.08	0.006 [†]	
	GC	61.6 ± 3.07	0.943	0.131					

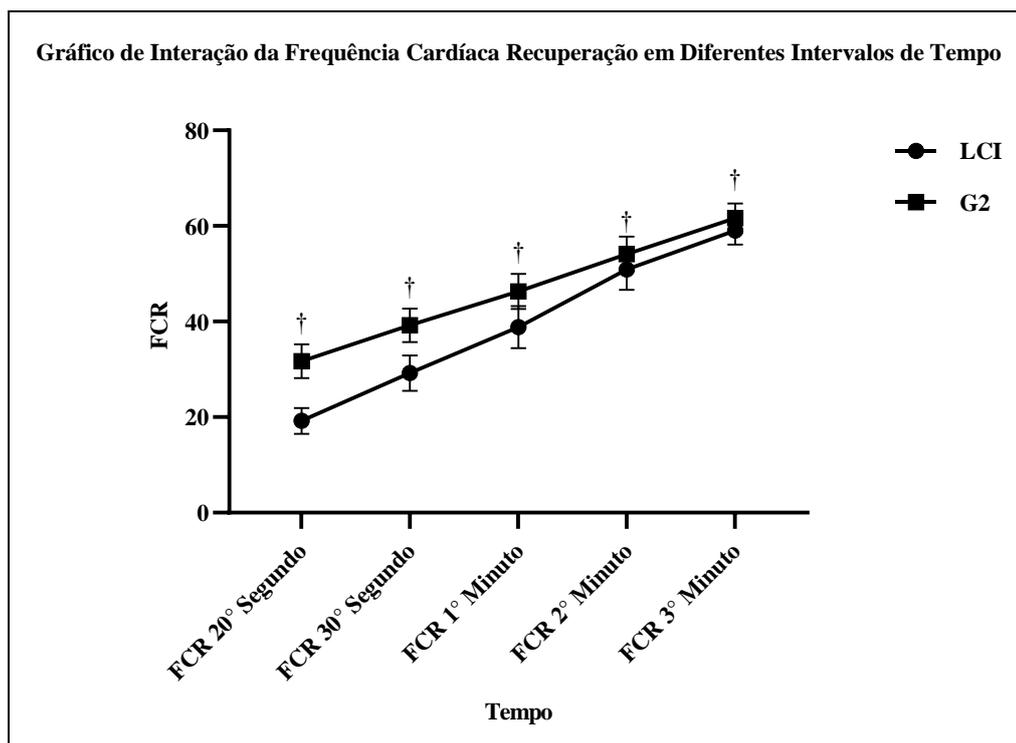
Período: Indica o momento da coleta dos dados em relação ao tempo de coleta após o teste de esforço máximo. **Grupo:** Define o grupo estudado, sendo LCI (lombalgia crônica inespecífica) e GC (grupo controle); **Média ± DP:** Exibe a média dos valores da FCR para cada tempo coletado, acompanhada do desvio padrão (DP); **FCR 10° Seg.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 10° segundo; **FCR 20° Seg.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 20° segundo; **FCR 30° Seg.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 30° segundo; **FCR 1° min.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 1° minuto; **FCR 2° min.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 2° minuto; **FCR 3° min.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 3° minuto; **Shapiro-Wilk (w e p):** Teste de normalidade para os dados de cada métrica e grupo, onde o valor de w representa a estatística do teste e p indica o nível de significância. Valores de $\#p < 0.05$ indicam desvio da normalidade. **Teste Estatístico (Mann-Whitney U):** Como os dados não seguiram distribuição normal, foi utilizado o teste de Mann-Whitney U para comparar as diferenças entre os grupos. A coluna "estatística" mostra o valor da estatística U e a coluna p indica a significância do teste. Valores de $*p < 0.05$ indicam diferenças significativas entre os grupos. **Teste T student:** análise estatística utilizada para determinar se há uma diferença significativa entre as médias de dois grupos, $† (p < 0.05)$.

A Figuras 2 ilustra as diferenças na FCR entre os grupos, em diferentes momentos, confirmando menor capacidade de recuperação cardiovascular no LCI.

Os resultados indicam que o GC apresentou uma FCR consistentemente mais alta em comparação com o grupo LCI em todos os pontos temporais. Este padrão sugere que o GC tem uma capacidade de recuperação cardíaca superior, o que é evidenciado pela diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos em

todos os intervalos de tempo. A análise estatística realizada (ANOVA de dois fatores) reforça a presença de uma diferença significativa nas médias de FCR entre os grupos, confirmando a superioridade do GC na recuperação cardíaca pós-teste de esforço máximo.

Figura 4. Gráfico de Interação da Frequência Cardíaca de Recuperação em Diferentes Intervalos de Tempo após teste de esforço máximo em ambos os grupos.



FCR: Frequência Cardíaca de Recuperação; **FCR 10° Seg.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 10° segundo; **FCR 20° Seg.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 20° segundo; **FCR 30° Seg.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 30° segundo; **FCR 1° min.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 1° minuto; **FCR 2° min.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 2° minuto; **FCR 3° min.:** Frequência Cardíaca de Recuperação do 3° minuto. Comparação da Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR) entre o Grupo Lombalgia Crônica Inespecífica (LCI) e o Grupo Controle (GC) em diferentes intervalos de tempo pós-exercício. **Eixo X:** intervalos de tempo de recuperação (20° segundo, 30° segundo, 1° minuto, 2° minuto e 3° minuto); **Eixo Y:** valores de FCR médios. Cada ponto representa a média \pm desvio padrão para cada grupo. Os resultados indicam uma recuperação significativamente maior no Grupo Controle em comparação com o Grupo Lombalgia Crônica Inespecífica em todos os intervalos de tempo analisados † ($p < 0,05$). Teste estatístico: ANOVA de dois fatores.

Os resultados para o Duplo Produto da Pressão Arterial (DPPA), estão apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 3.

Ao analisar o Duplo Produto da Pressão Arterial (DDPA), o grupo controle (GC) apresentou valores significativamente menores em comparação ao grupo com Lesão Crônica Inespecífica (LCI) em todas as fases avaliadas. Em repouso, os valores

médios foram de 10036 ± 1081 no GC contra 11842 ± 964 no LCI ($p < 0,001$). Durante o pico do teste de esforço máximo, o GC também demonstrou uma menor sobrecarga miocárdica, com médias de 33220 ± 1687 versus 35700 ± 1220 no grupo LCI ($p < 0,001$). No terceiro minuto da recuperação pós-teste, os valores continuaram mais baixos no GC, com 17549 ± 865 em comparação a 21347 ± 1235 no LCI ($p < 0,001$).

Os resultados do teste de Shapiro-Wilk indicaram normalidade na maioria das variáveis avaliadas, com exceção do DDPA no terceiro minuto para o grupo LCI ($p = 0,029$), que apresentou distribuição não normal. Esses achados reforçam a maior eficiência hemodinâmica do GC em repouso, no esforço máximo e na recuperação, evidenciando diferenças significativas na resposta cardiovascular entre os grupos.

Tabela 4. Teste de Normalidade e comparação da Variável do Duplo Produto da Pressão Arterial (DDPA).

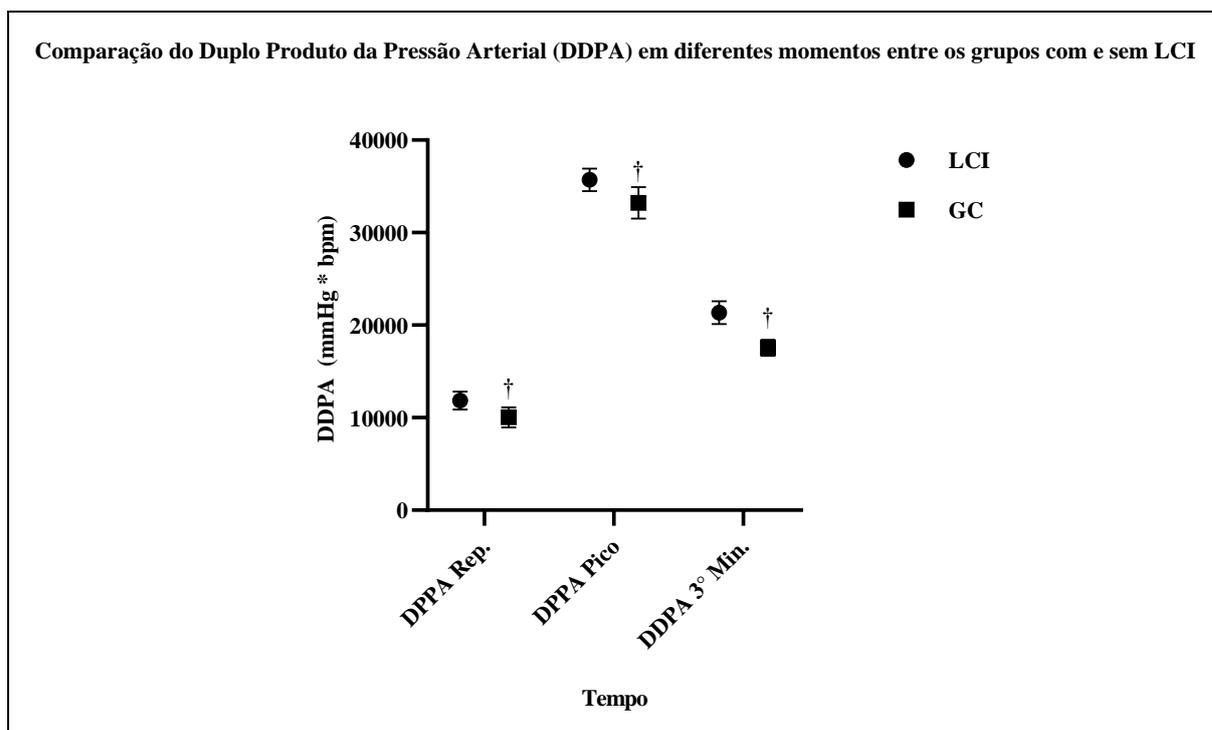
Período	Grupo	Média \pm DP	Shapiro-Wilk		Teste estatístico			
			W	p	Mann-Whitney U		t de Student	
					estatística	p	estatística	p
Duplo Produto da Pressão Arterial								
DPPA Rep.	LCI	11842 ± 964	0.929	0.104			-6.23	< .001†
	GC	10036 ± 1081	0.937	0.092				
DPPA Pico	LCI	35700 ± 1220	0.979	0.885			-5.89	< .001†
	GC	33220 ± 1687	0.967	0.494				
DDPA 3° Min.	LCI	21347 ± 1235	0.903	0.029#	16.0	< .001*		
	GC	17549 ± 865	0.955	0.268				

Período: Indica o momento da coleta dos dados em relação ao teste de esforço máximo (pré e pós). **Grupo:** Define o grupo estudado, sendo LCI (lombalgia crônica inespecífica) e GC (grupo controle); **Média \pm DP:** Exibe a média dos valores do DDPA para cada período, acompanhada do desvio padrão (DP); **DPPA Rep.:** Duplo Produto da Pressão Arterial em Repouso; **DPPA pico:** Duplo Produto da Pressão Arterial na fase pico do exercício; **DPPA 3min.:** Duplo Produto da Pressão Arterial no 3° minuto pós-teste de esforço; **Shapiro-Wilk (w e p):** Teste de normalidade para os dados de cada métrica e grupo, onde o valor de w representa a estatística do teste e p indica o nível de significância. Valores de # $p < 0.05$ indicam desvio da normalidade. **Teste Estatístico (Mann-Whitney U):** Como os dados não seguiram distribuição normal, foi utilizado o teste de Mann-Whitney U para comparar as diferenças entre os grupos. A coluna "estatística" mostra o valor da estatística U e a coluna p indica a significância do teste. Valores de * $p < 0.05$ indicam diferenças significativas entre os grupos. **Teste T student:** análise estatística utilizada para determinar se há uma diferença significativa entre as médias de dois grupos, † ($p < 0.05$).

Na figura 3, os resultados indicam que o grupo GC apresenta valores de DPPA significativamente menores em todos os momentos de medição quando comparado ao grupo LCI, com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Esses

achados sugerem que o grupo LCI possui uma resposta cardiovascular mais intensa e uma maior sobrecarga miocárdica tanto em repouso quanto durante e após o teste de esforço máximo, em comparação com o grupo GC.

Figura 5. Gráfico da Comparação do Duplo Produto da Pressão Arterial (DPPA) em Diferentes Momentos entre Grupos com e sem Lombalgia Crônica Inespecífica.



DPPA Rep.: Duplo Produto da Pressão Arterial em Repouso; DPPA pico: Duplo Produto da Pressão Arterial na fase pico do exercício; DPPA 3min.: Duplo Produto da Pressão Arterial no 3º minuto pós-exercício; Eixo X: diferentes momentos de avaliação (Repouso, Pico, e 3º minuto pós-exercício); Eixo Y: valores médios do DPPA (mmHg × bpm). Cada ponto representa a média ± desvio padrão para cada grupo. Observou-se que o Grupo Controle (GC) apresentou valores significativamente menores em todos os momentos em comparação com o Grupo Lombalgia Crônica Inespecífica † ($p < 0,001$). Teste estatístico: ANOVA de dois fatores.

Os resultados para a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), no domínio do tempo e frequência, estão apresentados na Tabela 5 e nas Figuras 3.

Em relação a VFC no domínio do tempo, Antes do teste de esforço máximo, o grupo controle (GC) apresentou valores significativamente maiores em todas as métricas da VFC no domínio do tempo, indicando maior modulação autonômica basal comparada ao grupo com Lesão Crônica Inespecífica (LCI). O intervalo médio RR foi maior no GC ($713 \pm 89,0$ ms) do que no LCI ($638 \pm 111,2$ ms; $p = 0,010$), assim como

o SDNN ($41,0 \pm 3,85$ ms vs. $36,6 \pm 3,52$ ms; $p < 0,001$) e o RMSSD ($39,8 \pm 4,54$ ms vs. $29,5 \pm 4,48$ ms; $p < 0,001$).

Após o teste de esforço máximo, as diferenças entre os grupos persistiram, sugerindo uma resposta adaptativa reduzida no LCI. O SDNN apresentou redução significativa no GC ($15,43 \pm 4,60$ ms) em relação ao LCI ($6,70 \pm 2,54$ ms; $p < 0,001$).

Embora o pNN50 pós-teste tenha mostrado um padrão semelhante, a diferença entre os grupos não alcançou significância estatística ($p = 0,060$).

Antes do teste de esforço máximo, foram observadas diferenças significativas nas variáveis de frequência entre os grupos. O GC apresentou valores maiores de LF ($506 \pm 105,7$ ms²) comparados ao LCI ($454 \pm 67,5$ ms²; $p = 0,029$), enquanto a componente HF também foi significativamente superior no GC ($511 \pm 154,6$ ms²) em relação ao LCI ($360 \pm 68,6$ ms²; $p < 0,001$). Esses resultados refletem maior modulação parassimpática no GC em condições de repouso.

No pós-teste de esforço máximo, houve uma redução mais acentuada na componente LF no LCI ($11,3 \pm 4,59$ ms²) em comparação ao GC ($32,5 \pm 18,25$ ms²; $p < 0,001$). De forma semelhante, a componente HF apresentou valores dramaticamente reduzidos no LCI ($4,17 \pm 3,55$ ms²) em relação ao GC ($21,69 \pm 15,40$ ms²; $p < 0,001$), reforçando a menor capacidade adaptativa autonômica do grupo LCI após o estresse do teste de esforço.

A razão LF/HF foi maior no LCI antes do teste de esforço ($1,28 \pm 0,17$) em comparação ao GC ($1,06 \pm 0,33$; $p = 0,002$), sugerindo maior atividade simpática relativa.

Após o teste de esforço, o GC apresentou menor razão LF/HF ($1,78 \pm 1,06$) em comparação ao LCI ($4,88 \pm 3,51$; $p < 0,001$), refletindo um maior equilíbrio autonômico e melhor capacidade de recuperação no GC.

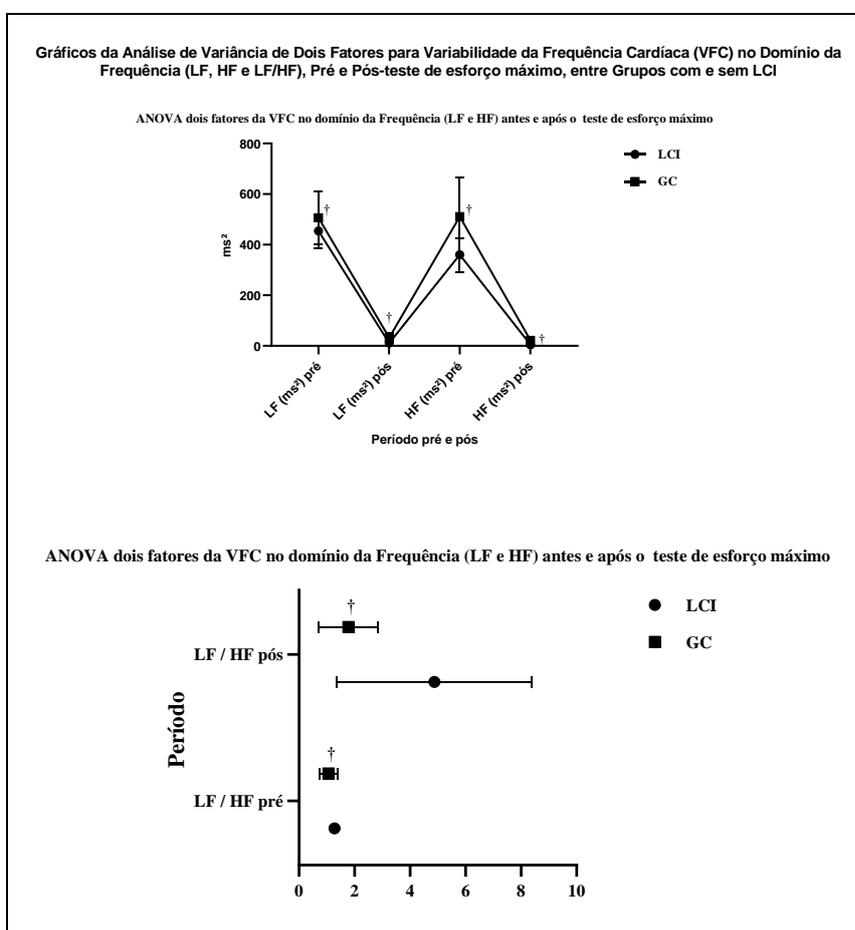
Tabela 5. Teste de Normalidade e comparação da Variável de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no domínio do tempo e no domínio da frequência.

Período	Grupo	Média ± DP	Shapiro-Wilk		Teste estatístico			
					Mann-Whitney U		t de Student	
			W	p	estatística	p	estatística	p
Domínio do Tempo			Variabilidade da Frequência Cardíaca					
Média RR (ms) pré	LCI	638 ± 111.2	0.964	0.547				
	GC	713 ± 89.0	0.966	0.477			-2.69	0.010†
Média RR (ms) pós	LCI	430 ± 67.8	0.966	0.583				
	GC	542 ± 66.0	0.982	0.892			-5.96	< .001†
SDNN (ms) pré	LCI	36.6 ± 3.52	0.962	0.494				
	GC	41.0 ± 3.85	0.974	0.693			-4.24	< .001†
SDNN (ms) pós	LCI	6.70 ± 2.54	0.954	0.345				
	GC	15.43 ± 4.60	0.884	0.005#	8.00	< .001*		
Média HR pré	LCI	87.3 ± 6.02	0.958	0.421				
	GC	78.5 ± 4.88	0.933	0.075	87.0	< .001*		
Média HR pós	LCI	112 ± 6.01	0.964	0.540				
	GC	110 ± 7.71	0.918	0.030#	258	0.232		
RMSSD (ms) pré	LCI	29.5 ± 4.48	0.979	0.888				
	GC	39.8 ± 2.54	0.978	0.794			18.0	< .001†
RMSSD (ms) pós	LCI	12.8 ± 2.35	0.968	0.651				
	GC	17.9 ± 2.57	0.954	0.253			-7.25	< .001†
PNN50 pré	LCI	14.7 ± 2.78	0.977	0.857				
	GC	18.5 ± 2.68	0.952	0.218			-4.98	< .001†
PNN50 pós	LCI	4.37 ± 3.12	0.875	0.008#				
	GC	6.20 ± 3.56	0.913	0.024	-1.92	0.060		
Domínio da Frequência			Variabilidade da Frequência Cardíaca					
LF (ms ²) pré	LCI	454 ± 67.5	0.984	0.964				
	GC	506 ± 105.7	0.941	0.119	207	0.029		
LF (ms ²) pós	LCI	11.3 ± 4.59	0.958	0.416				
	GC	32.5 ± 18.25	0.901	0.012	44.0	< .001		
HF (ms ²) pré	LCI	360 ± 66.8	0.932	0.123				
	GC	511 ± 154.6	0.960	0.356	124	< .001		
HF (ms ²) pós	LCI	4.17 ± 3.55	0.866	0.005				
	GC	21.69 ± 15.40	0.800	< .001	24.0	< .001		
LF / HF pré	LCI	1.28 ± 0.17	0.934	0.135				
	GC	1.06 ± 0.33	0.970	0.589	162	0.002		
LF / HF pós	LCI	4.88 ± 3.51	0.849	0.003				
	GC	1.78 ± 1.06	0.652	< .001	4.45	< .001		

Período: Indica o momento da coleta dos dados em relação ao teste de esforço máximo (pré e pós). **Grupo:** Define o grupo estudado, sendo LCI (lombalgia crônica inespecífica) e GC (grupo controle); **Média ± DP:** Exibe a média dos valores da VFC para cada métrica, no domínio do tempo e frequência, acompanhada do desvio padrão (DP); **média RR** – média dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos; **SDNN** – desvio padrão de todos os intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos; **média HR** – média das frequências cardíacas instantâneas; **RMSSD** – raiz quadrada da média do quadrado da diferença entre intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos; **pNN50 (%)**: Percentual de intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos que diferem em mais de 50 ms, indicando a variabilidade de curto prazo. **LF (ms²):** Potência de baixa frequência em milissegundos quadrados; **HF (ms²):** Potência de alta frequência em milissegundos quadrados; **LF/HF:** Razão entre potência de baixa frequência e alta frequência; **Shapiro-Wilk (w e p):** Teste de normalidade para os dados de cada métrica e grupo, onde o valor de w representa a estatística do teste e p indica o nível de significância. Valores de #p<0.05 indicam desvio da normalidade. **Teste Estatístico (Mann-Whitney U):** Como os dados não seguiram distribuição normal, foi utilizado o teste de Mann-Whitney U para comparar as diferenças entre os grupos. A coluna "estatística" mostra o valor da estatística U e a coluna p indica a significância do teste. Valores de *p<0.05 indicam diferenças significativas entre os grupos. **Teste T student:** análise estatística utilizada para determinar se há uma diferença significativa entre as médias de dois grupos, † (p<0.05).

A Figura 4 apresenta uma análise de variância de dois fatores, revelando diferenças significativas entre os grupos e períodos de avaliação em várias medidas da VFC (domínio da frequência). Após o teste de esforço máximo, o LCI exibiu maior queda na VFC (LF e HF) em comparação ao GC, indicando menor capacidade de recuperação autonômica, evidenciada pelos menores índices pós-teste da razão LF/HF no GC.

Figura 6. Gráficos da Análise de Variância de Dois Fatores para Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no Domínio da Frequência (LF e HF), Pré e Pós-exercício, entre Grupos com e sem Lombalgia Crônica Inespecífica.



ANOVA dois fatores: de dois fatores aplicada à variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência, com foco nas componentes de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF), bem como na razão LF/HF. **Eixo X (Primeiro Gráfico):** Período de Avaliação (Pré e Pós-exercício) para as componentes LF e HF, em ms². **Eixo Y (Primeiro Gráfico):** Valores médios da VFC em ms² para cada componente, com barras de erro indicando o desvio padrão. **Linhas e Símbolos (Primeiro Gráfico):** As linhas conectam os valores médios da VFC para cada grupo, com círculos representando LCI e quadrados representando GC. **Eixo X (Segundo Gráfico):** Valores da razão LF/HF para os períodos pré e pós-exercício. **Eixo Y (Segundo Gráfico):** Períodos de avaliação, pré e pós-exercício. **Barras de Erro (Segundo Gráfico):** Indicam o intervalo de confiança para cada grupo e período.

6 DISCUSSÃO

A lombalgia crônica inespecífica (LCI) é uma condição altamente prevalente que compromete a qualidade de vida e a funcionalidade dos indivíduos. Além dos sintomas físicos, a LCI afeta o sistema nervoso autonômico (SNA), que regula funções involuntárias, incluindo a frequência cardíaca. (Shaffer e Ginsberg, 2017).

Os resultados apresentados na Tabela 2 forneceram uma compreensão mais ampla dos impactos da percepção de dor, catastrofização e cinesiofobia em indivíduos com lombalgia crônica inespecífica (LCI). Esses fatores se conectam diretamente aos achados desta pesquisa, que demonstram disfunção autonômica e prejuízos cardiovasculares nesses indivíduos.

A dor moderada relatada por todos os participantes (média de $4,57 \pm 0,94$ no protocolo END) reflete um quadro de dor persistente que gera estresse crônico. No estudo de Chen et al. (2021), a dor está diretamente associado a alterações autonômicas, como aumento da atividade simpática e redução da atividade parassimpática. Além disso, este estado exacerba respostas autonômicas disfuncionais, dificultando a recuperação cardiovascular e impactando negativamente o sistema nervoso autônomo. Essa relação está alinhada com os achados desta pesquisa, que indicam menor variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e capacidade de recuperação cardiovascular reduzida em indivíduos com LCI.

Os níveis elevados de catastrofização relatados por 82,6% dos participantes (média de $2,58 \pm 0,25$ no protocolo EPC) sugerem que pensamentos catastróficos sobre a dor amplificam o sofrimento. A catastrofização, conforme destaca Feinstein et al. (2001), não apenas intensifica a percepção de dor, mas também está associada a piores desfechos em termos de funcionalidade e adesão ao tratamento.

Adicionalmente, Turco e Wilson (2010) evidenciam que o medo da dor é um fator prognóstico da lombalgia crônica, que contribui para o aumento da incapacidade funcional e menor qualidade de vida. Na Tabela 2, observou-se que 73,9% dos participantes apresentaram incapacidade intensa (34%) e grave (39,1%) no QIRM, o que reforça a importância de intervenções que abordem o impacto psicológico para melhorar os desfechos clínicos.

Índices de cinesiofobia observados (69,6% apresentando níveis moderados) refletem um medo significativo de realizar movimentos por receio de agravar a dor ou a condição física. Estudos como os de Vlaeyen e Linton (2000) demonstram que a cinesiofobia está fortemente associada à inatividade física e ao descondicionamento, criando um ciclo vicioso de piora funcional e aumento da percepção de dor. Esses fatores também impactam na função autonômica, como indicado pelos seus achados de menor recuperação da frequência cardíaca e maior sobrecarga cardíaca.

A interação entre percepção de dor, catastrofização e cinesiofobia cria um ciclo vicioso que agrava os malefícios físicos, mentais e sociais. Fisicamente, esses fatores limitam a capacidade funcional e intensificam o descondicionamento cardiovascular. Mentalmente, promovem maior prevalência de ansiedade e depressão, como destacado por Vlaeyen e Linton (2000). Socialmente, contribuem para o isolamento, redução da participação em atividades e piora da qualidade de vida (FEINSTEIN et al., 2017). Esses achados reforçam a necessidade de abordagens terapêuticas multidisciplinares que incluam intervenções físicas, psicológicas e educacionais, visando à superação desses prejuízos.

Os resultados da pesquisa indicaram uma diferença estatisticamente significativa na FCR entre os grupos com lombalgia crônica inespecífica (LCI) e o grupo controle (GC) em todos os períodos analisados (Tabela 3). Observou-se que o

grupo GC apresentou valores consistentemente superiores de recuperação cardiovascular, com uma redução mais rápida da frequência cardíaca após o teste de esforço máximo, evidenciando uma maior eficiência autonômica e capacidade cardiovascular. Em contrapartida, o grupo LCI demonstrou uma recuperação mais lenta, o que pode estar diretamente relacionado a uma disfunção do sistema nervoso autônomo (SNA), caracterizada por uma dominância simpática e redução da modulação parassimpática, conforme destacado em estudos prévios (Shaffer e Ginsberg, 2017; Reynolds e Minic, 2023).

Essa diferença pode ser explicada pela interação de diversos fatores associados à LCI. Indivíduos com LCI frequentemente apresentam níveis elevados de estresse crônico, percepção de dor persistente e menor variabilidade da frequência cardíaca (VFC), indicando uma atividade autonômica desbalanceada (Chen et al., 2021). Esse desequilíbrio compromete a capacidade do SNA de promover uma recuperação eficiente após o esforço físico, como observado nas métricas da FCR. A dominância simpática crônica em indivíduos com LCI não apenas retarda a recuperação cardiovascular, mas também aumenta a carga miocárdica, exacerbando o risco de eventos cardiovasculares (Scott, Kenneth e Glen, 2017).

Além disso, a menor FCR observada em indivíduos com LCI reforça a hipótese de que condições de dor crônica afetam diretamente os mecanismos de recuperação autonômica. A menor eficiência do sistema parassimpático nesses indivíduos é evidenciada pelo maior tempo necessário para a redução da frequência cardíaca, mesmo após o término do esforço físico. Estudos como os de Bandeira et al. (2021) e Giuseppe et al. (2022) sugerem que essa lentidão na recuperação está associada a uma capacidade reduzida de adaptação autonômica às demandas metabólicas impostas pelo exercício.

Os achados desta pesquisa corroboram a literatura existente, que associa a dor crônica a alterações autonômicas e cardiovasculares significativas, e destacam a importância de estratégias terapêuticas que visem melhorar a função autonômica nesses pacientes. Intervenções como exercícios aeróbicos moderados e práticas de controle do estresse, têm demonstrado eficácia na melhora da VFC e da FCR, contribuindo para a restauração da homeostase autonômica e cardiovascular (Yazdani et al., 2020). Assim, a avaliação e o monitoramento da FCR podem ser ferramentas valiosas para identificar a extensão da disfunção autonômica em indivíduos com LCI e guiar abordagens terapêuticas personalizadas.

O Duplo Produto da Pressão Arterial (DPPA), um marcador amplamente utilizado para avaliar a sobrecarga miocárdica, revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos estudados em repouso, durante o esforço máximo, e no período de recuperação. O grupo controle (GC) apresentou consistentemente valores menores de DPPA, indicando uma menor sobrecarga cardiovascular em comparação ao grupo com lombalgia crônica inespecífica (LCI). Esses achados estão alinhados com estudos que associam condições de dor crônica, como a LCI, a alterações cardiovasculares que intensificam o estresse miocárdico (Yazdani et al., 2020).

A maior sobrecarga miocárdica observada no grupo LCI pode ser atribuída à dominância simpática e à redução da modulação parassimpática previamente documentadas, como evidenciado por níveis mais baixos de variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Esse estado desregulado não apenas compromete a recuperação cardiovascular, mas também eleva os riscos de complicações cardiovasculares a longo prazo (Chen et al., 2021; Scott, Kenneth e Glen, 2017). Durante o exercício físico, o aumento do DPPA reflete uma resposta fisiológica amplificada pelo estresse autonômico, enquanto a recuperação mais lenta indica uma

incapacidade do sistema nervoso autônomo (SNA) de restabelecer a homeostase após a sobrecarga metabólica.

Além disso, a persistência de valores elevados de DPPA no grupo LCI durante o período de recuperação sugere uma adaptação cardiovascular insuficiente, que pode estar relacionada ao estado crônico de estresse fisiológico e psicológico nesses indivíduos. Essa característica é corroborada por estudos que associam a dor crônica à redução da capacidade de reserva autonômica e ao aumento da atividade simpática basal, resultando em maior demanda cardíaca mesmo em atividades moderadas (Giuseppe et al., 2022; Bandeira et al., 2021)

Em termos de VFC, observou-se que o grupo LCI apresentou menores valores de média RR e SDNN tanto pré quanto pós-teste de esforço máximo quando comparados com o grupo controle. Esses achados são consistentes com pesquisas que mostram uma redução na VFC em indivíduos com dor crônica, refletindo uma menor variabilidade autonômica e uma dominância simpática (Scott, Kenneth e Glen, 2017; Giuseppe *et al.*, 2022). A menor média RR e SDNN em LCI pode indicar um estado de estresse crônico e menor capacidade de recuperação autonômica.

Reduções significativas do SDNN e RMSSD no grupo LCI ($p < 0,001$), pós teste de esforço, refletem uma menor variabilidade cardíaca total e redução na atividade parassimpática. Esses marcadores são frequentemente associados a uma menor capacidade de resposta ao estresse físico e psicológico, indicando comprometimento da recuperação autonômica pós-teste de esforço. Essas alterações podem ser explicadas pelo impacto fisiológico da dor crônica na ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), promovendo a liberação sustentada de cortisol e exacerbando o tônus simpático, como corrobora Nascimento e Miziara, (2015). O aumento da

atividade simpática pode levar a uma diminuição da capacidade de resposta ao esforço e menor recuperação autonômica.

No domínio da frequência, a redução significativa na componente LF após ao teste realizado em LCI sugere uma diminuição da atividade simpática predominante quando comparado com o grupo controle. Isso é corroborado por estudos que mostram uma resposta atenuada do sistema nervoso simpático em indivíduos com dor crônica, possivelmente devido à desregulação autonômica (Scott, Kenneth e Glen, 2017; Bandeira *et al.*, 2021). A menor redução de HF em LCI após o exercício reforça essa conclusão, indicando uma menor capacidade de modulação autonômica.

A Razão LF/HF foi significativamente maior no grupo com lombalgia crônica inespecífica antes do teste, sugerindo uma maior atividade simpática quando comparado com o grupo controle. Estudos têm mostrado que a dor crônica pode levar a um aumento da atividade simpática e uma diminuição da atividade parassimpática, o que está associado a uma pior resposta ao estresse e menor capacidade de recuperação (Scott, Kenneth e Glen, 2017; Bandeira *et al.*, 2021).

A redução na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) está associada a níveis mais elevados de estresse, ansiedade e menor capacidade de enfrentar atividades diárias, como aponta o estudo de Araújo *et al.* (2020). Em indivíduos com LCI, esses fatores podem exacerbar a percepção de dor, criando um ciclo vicioso entre dor crônica e disfunção autonômica. Em indivíduos com LCI, esses fatores podem exacerbar a percepção de dor, criando um ciclo vicioso entre dor crônica e disfunção autonômica, como verificado neste estudo.

O impacto da LCI sobre a VFC pode ser agravado pelo baixo nível de atividade física, como observado na metodologia do estudo. Indivíduos sedentários tendem a apresentar menor atividade vagal e maior risco de comorbidades cardiovasculares,

exacerbando as diferenças observadas no período pós-esforço (Gualano e Tinucci, 2011).

Indivíduos com LCI frequentemente relatam limitação funcional, aumento de abstenção no trabalho e maior dependência de serviços de saúde. A redução na VFC, como indicam os dados, pode ser um marcador de risco adicional, ressaltando a necessidade de intervenções multidisciplinares para reverter ou mitigar esses efeitos.

Estudos futuros com amostras maiores e característica longitudinal podem elucidar melhor a relação entre a LCI e a disfunção autonômica e identificar intervenções que atenuem esses efeitos.

7. CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados desta pesquisa indicam que indivíduos com lombalgia crônica inespecífica apresentam uma disfunção autonômica significativa, refletida por menores valores de VFC, maior atividade simpática e menor capacidade de recuperação cardiovascular quando comparado com indivíduos sem lombalgia crônica inespecífica. Esses achados são suportados pela literatura existente e destacam a importância de intervenções direcionadas para melhorar a função autonômica e a capacidade de recuperação em indivíduos com LCI.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY FOUNDATION; AMERICAN HEART ASSOCIATION. 2013 ACCF/AHA Guideline for Exercise Testing. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 63, n. 4, p. 296-323, 2013.

ARAÚJO, L. M. de; CARVALHO, C. M. S. de; AMARAL, M. M.; SANTOS, L. dos. Variabilidade da frequência cardíaca como biomarcador do estresse: revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v.9, n.12, 2020.

ARMSTRONG, R.; WHEEN, P.; BRANDON, L.; MAREE, A.; KENNY, R.-A. Heart rate: control mechanisms, pathophysiology and assessment of the neurocardiac system in health and disease. *QJM: An International Journal of Medicine*, v. 115, n. 12, p. 806-812, 2022.

BANDEIRA, P. M.; REIS, F. J. J.; SEQUEIRA, V. C. C.; CHAVES, A. C. S.; FRENANDES, O.; ARRUDA-SANCHEZ, T. Variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com dor lombar: uma revisão sistemática. *Scand J. Pain*. v. 21, n. 3, p. 426-433, 2021.

BEMANI, S.; SARRAFZADEH, J.; NOORIZADEH DEHKORDI, S.; TALEBIAN, S.; SALEHI, R.; ZAREI, J. Effect of multidimensional physiotherapy on non-specific chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Advances in Rheumatology*, v. 63, p. 57, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. IMC: você sabe calcular seu peso adequado? Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quero-ter-peso-saudavel/noticias/2017/imc-voce-sabe-calculer-seu-peso-adequado>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

CHEN, W.; QIN, X.; LIU, Z.; SHEN, H.; HUANG, H.; ZHU, J. The effect of chronic pain on autonomic nervous system function: A systematic review. *Pain Practice*, v. 21, n. 4, p. 456–467, 2021.

CARREGARO, R. L.; TOTTOLI, C. R.; DA SILVA RODRIGUES, D.; BOSMANS, J. E.; DA SILVA, E. N.; VAN TULDER, M. Low back pain should be considered a health and research priority in Brazil: Lost productivity and healthcare costs between 2012 to 2016. *PLoS ONE*, v. 15, n. 4, p. 1–15, 2020.

COZGAREA, A.; COZMA, D.; TEODORU, M.; LAZĂR-HÖCHER, A.-I.; CIRIN, L.; FAUR-GRIGORI, A.-A.; LAZĂR, M.-A.; CRIȘAN, S.; GAIȚĂ, D.; LUCA, C.-T.; VĂCĂRESCU, C. Heart Rate Recovery: Up to Date in Heart Failure-A Literature Review. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, n. 11, p. 3328, 2024.

FEINSTEIN, A. B.; ESTURJÃO, J. A.; DARNALL, B. D.; DUNN, A. L.; RICO, T.; KAO, M. C.; BHANDARI, R. P. The effect of pain catastrophizing on outcomes: a developmental perspective across children, adolescents, and young adults with chronic pain. *The Journal of Pain*, v. 18, n. 2, p. 144-154, 2017.

FARLEY, T.; STOKKE, J.; GOYAL, K.; DEMICCO, R. Chronic low back pain: history, symptoms, pain mechanisms, and treatment. *Life*, v. 14, n. 7, p. 812, 2024.

FORJAZ, C. L. M.; MATSUDAIRA, Y.; RODRIGUES, F. B.; NUNES, N.; NEGRÃO, C. E. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 31, n. 10, p. 1247-1255, 1998.

HEALTHLINE. **Blood Pressure After Exercise: What's Normal, Seeking Help, and Safety**. Healthline, 2024. Disponível em: <<https://www.healthline.com/health/blood-pressure-after-exercise>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

GIUSEPPE F.; GIOVANNA, T.; MARIELLA, P.; VILFREDO, de P.; MARIA, C. Variabilidade da frequência cardíaca e dor: uma revisão sistemática. *Rev. Saúde do Cérebro*, v. 2, n. 12, p. 153, 2022.

HOY, D.; et al. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 73, n. 6, p. 968-974, 2014.

KIM, D.; HA, J.-W. Hypertensive response to exercise: mechanisms and clinical implication. **Clinical Hypertension**, v. 22, n. 17, 2016.

KIM, H.; CHO, S.-H.; CHO, K.-I.; KIM, B.-J.; IM, S.-I.; HEO, J.-H. Blunted heart rate recovery is associated with coronary artery spasm in patients with suspected vasospastic angina. **Clinical Hypertension**, v. 23, n. 24, 2017.

LIMA, J.R.P.; OLIVEIRA, T.P.; FERREIRA-JÚNIOR, A.J. Recuperação autonômica cardíaca pós-exercício: Revisão dos mecanismos autonômicos envolvidos e relevância clínica e desportiva. **Rev. Motricidade**, vol. 8, n. S2, p. 419-430, 2012.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L. C.; BRAGGION, G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5-18, 2001.

MAHER, C.; UNDERWOOD, M.; BUCHBINDER, R. Non-specific low back pain. **The Lancet**, v. 389, n. 10070, p. 736-747, 2017.

MEUCCI, R. D.; FASSA, A. G.; FARIA, N. M. X. Prevalência de dor lombar crônica: uma revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 73, 2015.

MCBETH, J.; CHIU, Y. H.; SILMAN, A. J.; RAY, D.; MORRISS, R.; DICKENS, C.; GUPTA, A.; MACFARLANE, G. J. Função do eixo de estresse hipotálamo-hipófise-adrenal e a relação com a dor crônica generalizada e seus antecedentes. **Comparative study Res Ther de artrite**, v. 7, n. 5, p. R992-R1000, 2005.

MYERS, J.; FROELICHER, V.; DO, D.; PARTINGTON, S.; ATWOOD, J. E. Validation of the Bruce Ramp Protocol for Exercise Testing. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 5, p. 807-812, 2001

NASCIMENTO, Iana Sousa; MIZIARA, Carmen Silvia Molleis Galego. Disfunção do eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal na dor crônica generalizada: uma análise da literatura com enfoque pericial. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 20, n. 1, p. 29-36, 2015.

NUSBAUM, L.; NATOUR, J.; FERRAZ, M. B.; GOLDENBERG, J. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire - Brazil Roland-Morris. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 34, n. 2, p. 203-210, 2001.

PARAIZO L. S., ZAMBON, D. F., PRISCILA, R. Diretriz Clínica QPS 014/2019 Versão 1: Protocolo de Dor - Escalas. 2019. Disponível em: https://www.americasmed.com.br/sites/americasmedstudio/files/2023-11/protocolo_de_dor-1.pdf. Acesso em: 07/11/2024.

PICAVET, H. S. J.; VLAHEYEN, J. W. S.; SCHOUTEN, J. S. A. G. Pain Catastrophizing and Kinesiophobia: Predictors of Chronic Low Back Pain. **American Journal of Epidemiology**, v. 156, n. 11, p. 1028-1034, 2002.

REYNOLDS, C. A.; MINIC, Z. Chronic Pain-Associated Cardiovascular Disease: The Role of Sympathetic Nerve Activity. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 6, p. 5378, 2023.

SARDÁ JUNIOR, J.; NICHOLAS, M. K.; PEREIRA, I. A.; PIMENTA, C. A. M.; ASGHARI, A.; CRUZ, R. M. Validação da Escala de Pensamentos Catastróficos sobre Dor. **Acta Fisiátrica**, v. 15, n. 1, p. 31-36, 2008.

SCOTT, M.; KENNETH, S. G.; GLEN, M. D. O. Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart Rate Variability and Systolic Time Intervals—A Review. **Frontiers in Physiology**, 2017.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in Public Health**, v. 5, p. 258, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Diretriz de Teste Ergométrico**. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 100, n. 1, p. 1-26, 2013.

TURCO, Dennis C.; WILSON, Hilary D. Medo da dor como fator prognóstico na dor crônica: modelos conceituais, avaliação e implicações no tratamento. ***Dor de Cabeça Atual Rep.***, v. 14, n. 2, p. 88-95, abr. 2010.

VISSCHER, C. M.; et al. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala Tampa de cinesiofobia. ***Acta Ortopédica Brasileira***, v. 15, n. 1, p. 19-24, 2007

VLAEYEN, J. W. S.; LINTON, S. J. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*, v. 85, n. 3, p. 317-332, 2000.

VOS, T.; ABAJOBIR, A. A.; ABBAFATI, C.; ABBAS, K. M.; ABATE, K. H.; ABD-ALLAH, F.; et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. ***The Lancet***, v. 390, n. 10100, p. 1211–59, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. ***WHO guideline for non-surgical management of chronic primary low back pain in adults in primary and community care settings***. Geneva: World Health Organization, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/07-12-2023-who-releases-guidelines-on-chronic-low-back-pain>. Acesso em: 26 nov. 2024.

YAZDANI, B.; KLEBER, M. E.; YÜCEL, G.; BENCK, U.; MÄRZ, W.; KRÄMER, B. K. Association of double product and pulse pressure with cardiovascular and all-cause mortality in the LURIC study. *Journal of Clinical Hypertension*, v. 22, n. 10, p. 1789-1796, 2020.

ZHOU, T.; SALMAN, D.; MCGREGOR, A. H. Recent clinical practice guidelines for the management of low back pain: a global comparison. ***BMC Musculoskeletal Disorders***, v. 25, p. 344, 2024.

APÊNDICE 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Projeto de Pesquisa: Frequência cardíaca de recuperação duplo produto da pressão arterial e variabilidade da frequência cardíaca em pessoas com lombalgia crônica.

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) desta pesquisa, conduzida por Denilson Silva Martins, discente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), sob orientação do Prof. Dr. Flavio de Oliveira Pires, do Departamento de Educação Física da UFMA, com a colaboração dos discentes Joyce Tamires Licá de Araújo, Murilo Sérgio Souza Araujo e Paulo Victor Rebouças Ferreira.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o comportamento da Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR), da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), da Frequência Cardíaca e da Pressão Arterial (PA) em indivíduos sedentários com lombalgia crônica inespecífica, submetidos a um teste de esforço submáximo em esteira. Recomenda-se a leitura integral deste termo antes de qualquer decisão. Caso o(a) senhor(a) decida participar, será necessário assinar este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) conforme a Resolução nº 466/12, bem como rubricar todas as páginas deste documento.

O(a) senhor(a) receberá uma via deste TCLE. Sua participação é voluntária e poderá ser interrompida a qualquer momento sem que isso resulte em prejuízos de qualquer natureza.

Procedimentos da pesquisa: O estudo incluirá a aplicação do questionário IPAQ para avaliar o nível de atividade física e, em caso de lombalgia, a aplicação de questionários e escalas para avaliação da percepção de dor e funcionalidade. O(a) senhor(a) será submetido(a) a um eletrocardiograma (antes e após o teste) e a um teste físico em esteira, sendo monitorado(a) continuamente pela equipe de pesquisa.

Riscos: Durante ou após as intervenções, poderão ocorrer desconfortos, como dores musculares e articulares, cansaço, hipoglicemia, tonturas e vertigens. Há também riscos específicos, como cansaço físico intenso, dor torácica, palidez, fadiga de membros inferiores e alterações na pressão arterial (PAS > 180 mmHg e/ou PAD > 100 mmHg).

Benefícios: Os possíveis benefícios para o(a) senhor(a) incluem uma compreensão mais profunda de sua condição física, orientações sobre a prática regular de atividade física e uma percepção mais clara do impacto do exercício físico em sua saúde.

Qualquer desconforto deverá ser comunicado à equipe de pesquisa, que estará treinada para interromper o procedimento e adotar as medidas necessárias para sua segurança, incluindo a prestação de primeiros socorros e, se necessário, o acionamento do SAMU, bem como o contato com seus familiares ou responsáveis.

Confidencialidade: Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em congressos, reuniões acadêmicas e/ou publicados em periódicos científicos e veículos de circulação científica. A identidade do(a) senhor(a) será mantida em sigilo, garantindo sua privacidade.

Custos e remuneração: Não haverá custos nem pagamento para sua participação neste estudo.

O pesquisador estará disponível para fornecer quaisquer informações adicionais e esclarecimentos necessários, e estará atento aos procedimentos para garantir sua segurança em todas as etapas da pesquisa.

Para dúvidas sobre seus direitos ou reclamações, entre em contato com o orientador do projeto, Prof. Dr. Flávio de Oliveira Pires, pelo telefone (98) 98168-8230, ou com o Prof. Dr. Francisco Navarro, Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFMA), no endereço Avenida dos Portugueses, s/Nº, Cidade Universitária do Bacanga, Prédio do CEB Velho, PPPG, Bloco: C, Sala: 07, telefone (98) 3272-8708, e-mail: cepufma@ufma.br, Bairro Bacanga, São Luís - MA, CEP 65085-580, Brasil.

Denilson Silva Martins (Pesquisador)
Programa Pós-Graduação em Educação Física

Participante

APÊNDICE 2. Declaração do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Declaro que li e compreendi o conteúdo integral deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e que estou de acordo em participar do estudo proposto, ciente de que posso desistir a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou constrangimento.

Nome do(a) Participante:

Assinatura do(a) Participante:

Nome do Responsável Legal pelo(a) Participante (se aplicável):

Assinatura do Responsável Legal pelo(a) Participante:

Endereço:

Nome de um Representante Legal, Familiar ou Amigo:

Telefone(s) do Representante Legal, Familiar ou Amigo:

(____) _____

Nome do Avaliador:

Assinatura do Avaliador:

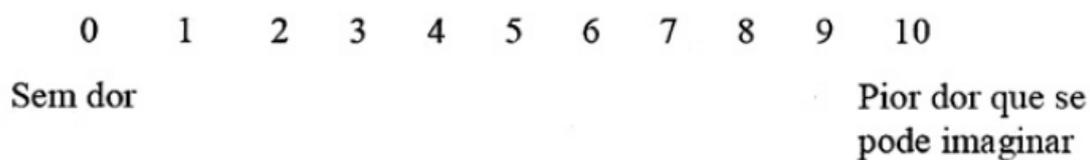
Assinatura do Responsável pela Pesquisa:

Espaço para impressão do polegar	
--	--

ANEXO 1. Escala Numérica de Dor (END)

END é uma escala simples e de fácil mensuração que consiste em uma sequência de números, de 0 a 10, no qual o valor 0 representa “sem dor” e o numeral 10 representa “pior dor que se pode imaginar”. Desta forma, os voluntários graduarão a sua dor tendo como base esses parâmetros. O grau de dor será avaliado quando o indivíduo estiver na condição de repouso e após movimentos da lombar.

Escala Numérica de Dor



ANEXO 2. Questionário de Incapacidade Roland-Morris - QIRM

Quando tem dores nas costas, pode sentir dificuldade em fazer algumas das coisas que normalmente faz. Esta lista contém frases que as pessoas costumam usar para se descreverem quando têm dores nas costas. Quando as ler, pode notar que algumas se destacam porque o descrevem hoje. Ao ler a lista, pense em si hoje. Quando ler uma frase que o descreve hoje, coloque-lhe uma cruz. Se a frase não o descrever, deixe o espaço em branco e avance para a frase seguinte. **Lembre-se, apenas coloque a cruz na frase se estiver certo de que o descreve hoje.**

1. Fico em casa a maior parte do tempo por causa das minhas costas.
2. Mudo de posição frequentemente para tentar que as minhas costas fiquem confortáveis.
3. Ando mais devagar do que o habitual por causa das minhas costas.
4. Por causa das minhas costas não estou a fazer nenhum dos trabalhos que habitualmente faço em casa.
5. Por causa das minhas costas, uso o corrimão para subir escadas.
6. Por causa das minhas costas, deito-me com mais frequência para descansar.
7. Por causa das minhas costas, tenho de me apoiar em alguma coisa para me levantar de uma poltrona.
8. Por causa das minhas costas, tento conseguir que outras pessoas façam as coisas por mim.
9. Visto-me mais lentamente do que o habitual por causa das minhas costas.
10. Eu só fico em pé por curtos períodos de tempo por causa das minhas costas.
11. Por causa das minhas costas, evito dobrar-me ou ajoelhar-me.
12. Acho difícil levantar-me de uma cadeira por causa das minhas costas.
13. As minhas costas estão quase sempre a doer.
14. Tenho dificuldade em virar-me na cama por causa das minhas costas.
15. Não tenho muito apetite por causa das dores das minhas costas.
16. Tenho dificuldade em calçar peúgas ou meias altas por causa das dores das minhas costas.
17. Só consigo andar distâncias curtas por causa das minhas costas.
18. Não durmo tão bem por causa das minhas costas.
19. Por causa da dor nas minhas costas, visto-me com a ajuda de outras pessoas.
20. Fico sentado a maior parte do dia por causa das minhas costas.
21. Evito trabalhos pesados em casa por causa das minhas costas.

ANEXO 3. Escala de Pensamentos Catastróficos - EPC

Na maior parte do tempo, nós dizemos coisas. Por exemplo: nos encorajamos a fazer coisas, nos culpamos quando cometemos um erro ou nos recompensamos por algo que fizemos com sucesso. Quando estamos com dor, frequentemente também nos dizemos coisas que são diferentes das coisas que nós dizemos quando estamos nos sentindo bem. Abaixo existe uma lista de pensamentos típicos de pessoas que estão com dor. Por favor, leia cada uma dessas frases e marque com que frequência você tem estes pensamentos quando sua dor está forte. Por favor, marque o número que melhor descreve a sua situação utilizando esta escala: 0 = quase nunca até 5 = quase sempre.

	Quase nunca			Quase sempre		
	0	1	2	3	4	5
1. Não posso mais suportar esta dor.						
2. Não importa o que fizer minhas dores não mudarão.						
3. Preciso tomar remédios para dor.						
4. Isso nunca vai acabar.						
5. Sou um caso sem esperança.						
6. Quando ficarei pior novamente?						
7. Essa dor esta me matando.						
8. Eu não consigo mais continuar.						
9. Essa dor esta me deixando maluco.						

ANEXO 4. Escala Tampa de Cinésiofobia - ETC

Aqui estão algumas das coisas que outros pacientes nos contaram sobre sua dor. Para cada afirmativa, por favor, indique um número de 1 a 4, caso você concorde ou discorde da afirmativa. Primeiro você vai pensar se concorda ou discorda e depois, se totalmente ou parcialmente.

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1. Eu tenho medo que eu possa me machucar se eu fizer exercícios.	1	2	3	4
2. Se eu tentasse superar esse medo, minha dor aumentaria.	1	2	3	4
3. Meu corpo está me dizendo que algo muito errado está acontecendo comigo.	1	2	3	4
4. Minha dor provavelmente seria aliviada se eu fizesse exercício.	1	2	3	4
5. As pessoas não estão levando minha condição médica a sério.	1	2	3	4
6. Minha lesão colocou o meu corpo em risco para o resto da minha vida.	1	2	3	4
7. A dor sempre significa que eu machuquei meu corpo.	1	2	3	4
8. Só porque alguma coisa piora minha dor, não significa que é perigoso.	1	2	3	4
9. Eu tenho medo que eu possa me machucar acidentalmente.	1	2	3	4
10. Simplesmente sendo cuidadoso para não fazer nenhum movimento desnecessário e a atitude mais segura que eu posso tomar para prevenir a piora da minha dor.	1	2	3	4
11. Eu não teria tanta dor se algo potencialmente perigoso não estivesse acontecendo no meu corpo.	1	2	3	4
12. Embora minha condição seja dolorosa, eu estaria melhor se estivesse ativo fisicamente.	1	2	3	4
13. A dor me avisa quando parar o exercício para que eu não me machuque.	1	2	3	4
14. Não é realmente seguro para uma pessoa com minha condição ser ativo fisicamente.	1	2	3	4
15. Eu não posso fazer todas as coisas que as pessoas normais fazem, porque para mim é muito fácil me machucar.	1	2	3	4
16. Embora algo esteja me causando muita dor, eu não acho que seja, de fato, perigoso.	1	2	3	4
17. Ninguém deveria fazer exercícios, quando está com dor.	1	2	3	4

ANEXO 4. Questionário Internacional de Aptidão Física – IPAQ – SF (Versão Curta)

Nome: _____
 Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!
 Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício? dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**? horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**) dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: ____ Minutos: ____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração. dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: ____ Minutos: ____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**? _____ horas
_____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
_____ horas _____ minutos