

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE

Maria Raquel Oliveira de Castro

Associação entre índices inflamatórios periféricos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva.

Juiz de Fora

2026

Maria Raquel Oliveira de Castro

Associação entre índices inflamatórios periféricos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saúde. Área de concentração: Pesquisa em Saúde Humana.

Orientadora: Profa. Dra. Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti - UFJF

Coorientadora: Profa. Dra. Poliana Guiomar de Almeida Brasiel - UFJF

Juiz de Fora

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira de Castro, Maria Raquel.

Associação entre índices inflamatórios periféricos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva / Maria Raquel Oliveira de Castro. -- 2026.

120 p. : il.

Orientadora: Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti

Coorientadora: Poliana Guiomar de Almeida Brasiel

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Saúde, 2026.

1. Índices Inflamatórios. 2. Risco de Sarcopenia. 3. Cirurgias Eletivas. I. Potente Dutra Luquetti, Sheila Cristina , orient. II. Guiomar de Almeida Brasiel, Poliana , coorient. III. Título.

Maria Raquel Oliveira de Castro

Associação entre índices inflamatórios periféricos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva

Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Saúde. Área de concentração: Pesquisa em Saúde Humana.

Aprovada em 07 de agosto de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Poliana Guiomar de Almeida Brasiel - Coorientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dra. Fabiana de Faria Ghetti Rodrigues

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Aline Silva de Aguiar

Universidade Federal Fluminense

Juiz de Fora, 08/07/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti, Professor(a)**, em 07/08/2026, às 11:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Poliana Guiomar Brasiel, Usuário Externo**, em 07/08/2026, às 11:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana de Faria Ghetti, Servidor(a)**, em 07/08/2026, às 11:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aline Silva de Aguiar, Usuário Externo**, em 07/08/2026, às 12:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **3072827** e o código CRC **CB7950AA**.

Aos meus pais Geraldo e Irene pelo apoio,
paciência e incentivo durante toda minha
trajetória acadêmica.

Ao meu esposo Pedro pelo amor, parceria e
compreensão em cada etapa desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde, força e discernimento para concluir mais essa etapa da minha formação acadêmica e profissional.

À minha família, pelo apoio incondicional, pela paciência nos momentos de ausência e por serem meu porto seguro ao longo dessa jornada. O incentivo de vocês foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora Profa. Dra. Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti e à minha coorientadora Profa. Dra. Poliana Guiomar de Almeida Brasiel, pela dedicação, pelos ensinamentos, pela paciência e pelo cuidado com que conduziram cada etapa deste trabalho, contribuindo de forma essencial para minha formação como pesquisadora.

Aos colegas acadêmicos que auxiliaram na organização e na coleta de dados, meu sincero agradecimento pelo empenho e pela colaboração, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Aos colegas de trabalho, pela compreensão e pela flexibilidade concedida em minha rotina profissional, fundamentais para que eu conseguisse conciliar as demandas do mestrado com minhas atividades laborais.

Por fim, e de forma especial, aos pacientes que aceitaram participar deste estudo, pela confiança e disponibilidade. É graças a eles que este trabalho pôde ser realizado e que seus resultados poderão, no futuro, contribuir para a melhoria do cuidado em saúde.

RESUMO

Introdução e Objetivos: A sarcopenia tem se tornado cada vez mais relevante no contexto cirúrgico, estando associada a maior mortalidade, tempo de internação prolongado e piores desfechos pós-operatórios. A inflamação sistêmica de baixo grau relaciona envelhecimento, desnutrição e perda muscular, porém a avaliação baseada em citocinas é dispendiosa e pouco disponível. Os índices inflamatórios derivados do hemograma (SII, SIRI, NLR, MLR, PLR, RDW) representam alternativas de baixo custo, mas sua relação com o risco de sarcopenia em pacientes cirúrgicos permanece pouco explorada. Este estudo avaliou a associação entre os índices inflamatórios sistêmicos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva, bem como sua capacidade discriminatória para identificar indivíduos em risco. **Métodos:** Este estudo transversal retrospectivo incluiu 293 pacientes com idade ≥ 18 anos, internados para cirurgia eletiva em um hospital universitário brasileiro (2022–2025). O risco de sarcopenia foi avaliado por meio do SARC-F combinado à circunferência da panturrilha (SARC-F+CP). Os índices inflamatórios foram calculados a partir de hemogramas pré-operatórios. Curvas ROC determinaram os pontos de corte ideais, e modelos de regressão logística multivariável avaliaram a associação independente do SII e do SIRI com o risco de sarcopenia. **Resultados:** Dos 293 pacientes, 38 (13%) apresentaram risco de sarcopenia. Esse grupo era mais idoso, com menor IMC, circunferência da panturrilha reduzida, maior risco nutricional e prevalência de diabetes, além de maior tempo de internação e mortalidade. MLR, NLR e PLR foram significativamente mais elevados entre os pacientes em risco; SII, SIRI e RDW apresentaram tendência semelhante, porém não significativa. O desempenho discriminatório foi modesto (AUC 0,592–0,607). Após ajuste completo, o SII contínuo permaneceu independentemente associado ao risco de sarcopenia (OR=1,45), assim como o SII categorizado (OR=2,69) e o SIRI (OR=2,45). **Conclusões:** Os índices inflamatórios derivados do hemograma, particularmente o SII, mostraram-se independentemente associados ao risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva. Apesar do desempenho discriminatório modesto, esses biomarcadores de baixo custo podem complementar a avaliação nutricional pré-operatória e apoiar a identificação precoce de pacientes em risco.

Palavras-chave: Sarcopenia; inflamação; índice de imunoinflamação sistêmica; biomarcadores; cirurgia.

ABSTRACT

Background & Aims: Sarcopenia is increasingly relevant in the surgical setting, being associated with higher mortality, prolonged hospital stay, and worse postoperative outcomes. Low-grade systemic inflammation links aging, malnutrition, and muscle loss, but cytokine-based assessment is costly and scarcely available. Blood-count-derived inflammatory indices (SII, SIRI, NLR, MLR, PLR, RDW) are low-cost alternatives, yet their relationship with sarcopenia risk in surgical patients remains poorly explored. This study evaluated the association between systemic inflammatory indices and sarcopenia risk in elective surgery patients, and their discriminatory ability to identify at-risk individuals. **Methods:** This retrospective cross-sectional study included 293 patients aged ≥ 18 years admitted for elective surgery at a Brazilian university hospital (2022–2025). Sarcopenia risk was assessed using SARC-F combined with calf circumference (SARC-F+CC). Inflammatory indices were calculated from preoperative complete blood counts. ROC curves determined optimal cutoffs, and multivariable logistic regression models evaluated the independent association of SII and SIRI with sarcopenia risk. **Results:** Of 293 patients, 38 (13%) were at risk of sarcopenia. This group was older, with lower BMI, reduced calf circumference, more nutritional risk and diabetes, and longer hospital stay and mortality. MLR, NLR, and PLR were significantly higher among at-risk patients; SII, SIRI, and RDW showed a similar, non-significant trend. Discriminatory performance was modest (AUC 0.592–0.607). After full adjustment, continuous SII remained independently associated with sarcopenia risk (OR=1.45), as did categorized SII (OR=2.69) and SIRI (OR=2.45). **Conclusions:** Hemogram-derived inflammatory indices, particularly SII, were independently associated with sarcopenia risk in elective surgery patients. Despite modest discriminatory performance, these low-cost biomarkers may complement preoperative nutritional assessment and support early identification of at-risk patients.

Keywords: Sarcopenia; inflammation; systemic immune inflammation index; biomarkers; surgery.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Representação esquemática da resposta inflamatória em pacientes cirúrgicos.....	20
Figura 2	– Fluxograma de Seleção Amostral.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJ	Altura do Joelho
ASG	Avaliação Subjetiva Global
ATP	Trifosfato de Adenosina
C3a e C5a	Sistemas Complemento
CARS	Síndrome da Resposta Antinflamatória Compensatória
CB	Circunferência do Braço
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COVID-19	Doença por Coronavírus 2019
CP	Circunferência da Panturrilha
DAMPs	Padrões Moleculares Associados ao Dano
DM	Diabetes Mellitus
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EWGSOP	Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Idosos
GH	Hormônio do Crescimento
IL-6	Interleucina -6
IL-8	Interleucina-8
IGF-1	Fator de Crescimento Semelhante a Insulina Tipo I
IMC	Índice de Massa Corporal
MM	Massa Muscular
MLR	Relação Monócito Linfócito
NLR	Relação Neutrófilo Linfócito
NRS-2002	Nutritional Risk Screening-2002

PCR	Proteína C Reativa
PLR	Relação Plaqueta Linfofócio
RDW	Amplitude de Distribuição de Eritrócitos
ROC	Receiver Operating Characteristic
ROS	Espécies Reativas de Oxigênio
SAA	Amiloide Sérica A
SARC-F	Instrumento de rastreio de risco de sarcopenia baseado em 5 domínios: força, assistência para caminhar, levantar-se da cadeira, subir escadas e quedas
SARC-F+CP	Versão do SARC-F acrescida da medida da circunferência da panturrilha, utilizada para o rastreamento do risco de sarcopenia
SII	Índice de Imunoinflamação Sistêmica
SIRI	Índice de Resposta a Inflamação Sistêmica
SIRS	Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica
TNF	Fator de Necrose Tumoral
TLRs	Receptores do tipo Toll-like
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Sarcopenia: definição, fisiopatologia e avaliação de risco.....	17
2.2	Resposta inflamatória ao trauma cirúrgico.....	19
2.3	Relação entre estado nutricional, inflamação sistêmica e sarcopenia no paciente cirúrgico	23
2.4	Índices Inflamatórios	27
3	OBJETIVOS	33
3.1	Objetivo geral	33
3.2	Objetivos específicos	33
4	MÉTODOS	33
4.1	Questões éticas	33
4.2	Delineamento do estudo e critérios de elegibilidade	34
4.3	Procedimentos e coleta de dados	35
4.3.1	Dados clínicos e demográfico	35
4.3.2	Avaliação antropométrica	37
4.3.3	Risco Nutricional	38
4.3.4	Risco de sarcopenia	38
4.4	Análise estatística	39
	REFERÊNCIAS	40
5	RESULTADOS.....	50
5.1	Revisão Sistemática	50

5.2	Artigo Original	89
6	Conclusão	112
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	113
	ANEXO A – Parecer Comitê de Ética em Pesquisa.....	115
	ANEXO B – Print de submissão da Revisão Sistemática	119
	ANEXO C – Declaração de uso de Inteligência Artificial	120

1 Introdução

A sarcopenia, definida como a perda progressiva de massa e função muscular, configura uma síndrome de relevância clínica crescente no contexto hospitalar e cirúrgico [1]. A prevalência de sarcopenia vem aumentando nas últimas décadas, uma avaliação global da condição estimou que a sarcopenia compromete de forma significativa a qualidade de vida de aproximadamente 10% a 16% dos idosos em todo o mundo, com estimativas combinadas de prevalência que variam de cerca de 18% entre pacientes com diabetes mellitus a até 66% entre pacientes oncológicos, evidenciando uma expressiva heterogeneidade entre diferentes populações clínicas e critérios diagnósticos empregados [2]. Essa carga se mostra ainda mais acentuada no ambiente hospitalar, em que nos indivíduos internados, sobretudo nos pacientes cirúrgicos, as taxas de prevalência relatadas têm aumentado ao longo das últimas décadas, variando de 12% a 75% [3–5]. Em conjunto, esses achados reforçam a expressiva magnitude epidemiológica da sarcopenia e seu impacto abrangente sobre os desfechos da hospitalização e a qualidade de vida dos pacientes, sublinhando a importância do reconhecimento precoce da condição, particularmente entre candidatos a procedimentos cirúrgicos.

A fisiopatologia da sarcopenia é multifatorial, envolvendo desequilíbrio entre síntese e degradação proteica, resistência anabólica e inflamação crônica de baixo grau, processos que são intensificados pelo envelhecimento, imobilização e desnutrição [6–8]. Em pacientes hospitalizados, o estado catabólico e a imobilização prolongada potencializam a perda muscular, comprometendo a funcionalidade e elevando a suscetibilidade a complicações clínicas [1,6].

No contexto cirúrgico, a sarcopenia constitui um fator de risco independente para desfechos desfavoráveis. Knoedler et al., 2023[9], em metanálise com aproximadamente 100.000 pacientes, demonstraram sua associação com a maior mortalidade, tempo em unidade de terapia intensiva (UTI) e menores taxas de sobrevida em cinco anos [9,10]. Essa vulnerabilidade é ainda amplificada quando a sarcopenia coexiste com o comprometimento nutricional, pois pacientes desnutridos apresentam maior incidência de infecção do sítio cirúrgico, complicações pulmonares, necessidade de reoperação e aumento da mortalidade [11,12]. No período pós-operatório, o estado catabólico imposto pelo trauma cirúrgico agrava o quadro preexistente, comprometendo a recuperação funcional, prolongando o tempo de hospitalização e repercutindo negativamente sobre a

qualidade de vida [13,14]. Torna-se, portanto, fundamental a identificação precoce do risco de sarcopenia no período pré-operatório, como etapa essencial do planejamento terapêutico e nutricional [12,15].

A inflamação sistêmica constitui o eixo fisiopatológico central que articula envelhecimento, comprometimento nutricional e progressão da sarcopenia. O fenômeno denominado *inflammaging*, definido como um estado inflamatório crônico de baixo grau característico do envelhecimento, promove elevação sustentada de citocinas pró-inflamatórias como a Interleucina-6 (IL-6) e o Fator de Necrose Tumoral (TNF), que ativam a via ubiquitina-proteassoma, induzem disfunção mitocondrial e intensificam o estresse oxidativo, resultando em proteólise miofibrilar e atrofia muscular progressiva [7,8,16]. Esse processo é bidirecional, ou seja, a disfunção muscular retroalimenta a resposta inflamatória, perpetuando um ciclo vicioso entre perda muscular e inflamação [8,17]. No contexto cirúrgico, o trauma operatório acrescenta uma resposta inflamatória aguda intensa que, em pacientes com sarcopenia preexistente, tende a ser particularmente deletéria [9,18].

Embora clinicamente relevante, a avaliação da inflamação sistêmica na rotina perioperatória enfrenta limitações, entre elas o elevado custo na quantificação das citocinas e sua baixa disponibilidade [19]. Nesse contexto, os índices inflamatórios derivados do hemograma emergem como alternativas objetivas, de baixo custo e ampla disponibilidade, capazes de integrar múltiplos componentes celulares da resposta imune [20,21]. Entre os índices mais estudados, destacam-se a relação neutrófilo-linfócito (NLR), a relação monócito-linfócito (MRL), a relação plaqueta-linfócito (PLR), o Índice de Imunoinflamação Sistêmica (SII), o Índice de Resposta à Inflamação Sistêmica (SIRI) e a Amplitude de Distribuição dos Eritrócitos (RDW) [20,22–24]. Evidências recentes sustentam a associação desses índices com o comprometimento de massa e força muscular, reforçando seu potencial como biomarcadores da sarcopenia [25,26]. Contudo, estudos que investiguem especificamente essa relação no contexto de cirurgias eletivas ainda são escassos, limitando a estratificação precoce de risco e o planejamento de intervenções clínicas e nutricionais capazes de contribuir positivamente para o prognóstico pós-operatório [9,12].

Dada a relevância da sarcopenia no contexto perioperatório e sua relação com a inflamação sistêmica, torna-se importante investigar marcadores inflamatórios acessíveis

e aplicáveis à prática clínica que possam colaborar para a identificação precoce de risco de sarcopenia no pré-operatório, e auxiliar na melhor conduta terapêutica e nutricional. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a associação entre índices inflamatórios sistêmicos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva, bem como sua capacidade discriminatória para identificar indivíduos em risco de sarcopenia.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Sarcopenia: definição, fisiopatologia e avaliação de risco

Por definição, segundo o Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Idosos (EWGSOP) a sarcopenia significa “a perda de massa muscular (MM), associada à perda de força e/ou desempenho muscular” [1]. Sua classificação abrange duas grandes categorias a sarcopenia primária, decorrente exclusivamente do processo de envelhecimento, e a sarcopenia secundária, originada por condições clínicas que comprometem a funcionalidade muscular de forma indireta, como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e as neoplasias [8]. Quanto à temporalidade, a condição pode ainda ser classificada como aguda, quando com duração inferior a seis meses, ou crônica, quando persiste além desse período, distinção relevante para o planejamento terapêutico e para a compreensão do impacto clínico esperado[1] .

O tecido muscular desempenha função homeostática em todos os sistemas orgânicos, atuando como reservatório metabólico e proteico essencial para manutenção da funcionalidade. Ele é composto basicamente por fibras do tipo I e tipo II, entre as quais as do tipo II possuem força contrátil mais elevada e são as mais afetadas em situações de perda de funcionalidade musculoesqueléticas desencadeadas pela sarcopenia e o envelhecimento [8,16]. A fisiopatologia da sarcopenia ainda não é completamente esclarecida, entretanto é consenso que a ocorrência seja multifatorial [1].

Segundo Keller., 2019[6] e Nishikawa et al., 2021[7], a sarcopenia envolve um desequilíbrio progressivo entre síntese e degradação proteica muscular, favorecendo o catabolismo e a perda de massa e função muscular. Esse processo é intensificado pelo envelhecimento, inflamação crônica e resistência anabólica, caracterizada pela menor sensibilidade do músculo esquelético aos aminoácidos, especialmente à leucina, e pela redução da ativação da via PI3K/Akt/mTOR, fundamental para a síntese proteica muscular. Paralelamente, ocorre diminuição de fatores anabólicos, como Fator de

Crescimento Semelhante à Insulina tipo 1 (IGF-1), Hormônio do crescimento (GH), andrógenos e estrogênios, comprometendo mecanismos de proliferação celular, regeneração muscular e manutenção da massa magra. A resistência insulínica também exerce papel central na sarcopenia, uma vez que favorece o catabolismo proteico e contribui para disfunções metabólicas musculares associadas à redução da captação de glicose e da sinalização anabólica intracelular [6,7].

Além disso, o estado inflamatório crônico observado, em especial no envelhecimento, promove aumento de citocinas pró-inflamatórias, como TNF e IL-6, que induzem disfunção mitocondrial, redução da produção de trifosfato de adenosina (ATP) e aumento do estresse oxidativo por espécies reativas de oxigênio (ROS). Esse ambiente pró-inflamatório estimula a ativação da via ubiquitina-proteassoma, principal sistema de degradação proteica intracelular, intensificando a proteólise miofibrilar e a atrofia muscular [7]. Em associação, fatores como inatividade física, desnutrição e imobilização exacerbam a perda muscular ao reduzirem o estímulo mecânico necessário para manutenção da síntese proteica e favorecerem maior degradação das proteínas contráteis. Dessa forma, em pacientes hospitalizados, especialmente idosos, a imobilização prolongada potencializa a perda de massa muscular, piora a funcionalidade e aumenta o risco de complicações clínicas, como infecções, úlceras por pressão, eventos tromboembólicos e perda da autonomia funcional[1,6].

Diante da complexidade fisiopatológica da sarcopenia e da amplitude de suas repercussões clínicas, a identificação precoce de indivíduos em risco assume papel estratégico, especialmente em populações vulneráveis como os pacientes hospitalizados e candidatos a procedimentos cirúrgicos. Ainda que a prevalência não seja exclusivamente em idosos, a sarcopenia é fortemente relacionada ao envelhecimento e, nessa população, a piores desfechos clínicos como comprometimento cognitivo e demência, quedas e declínio funcional além de estar associada a outras comorbidades crônicas como DPOC e doenças cardiovasculares [16,27]. Além do declínio funcional, contribui para hospitalizações frequentes, procedimentos cirúrgicos oriundos de quedas, fraturas, entre outras demandas, e consequentemente complicações perioperatórias como observado nas revisões de Knoedler et al., 2023[9] e de Yang et al., 2022[10] que apresentaram resultados relacionando a presença de sarcopenia a maior probabilidade de ocorrência de mortalidade, maior duração de internação em UTI e hospitalar, além do

impacto a longo prazo com menores taxas de sobrevida após cirurgias em até 5 anos [9,10].

Considerando a relevância clínica da sarcopenia, métodos de avaliação do risco vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas com maior aplicabilidade em comparação aos métodos padrão-ouro para quantificação da massa muscular, como a bioimpedância elétrica, a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) e a tomografia computadorizada. Nesse contexto, instrumentos de triagem mais acessíveis possibilitam a identificação precoce do risco de sarcopenia por meio da aplicação do questionário SARC-F, que contempla aspectos relacionados à força, necessidade de auxílio para caminhar, capacidade de levantar-se de uma cadeira, subir escadas e frequência de quedas no último ano. Além disso, o SARC-F pode ser utilizado em sua forma aprimorada quando associado à aferição da circunferência da panturrilha (CP), aumentando sua sensibilidade para rastreamento da sarcopenia [28,29].

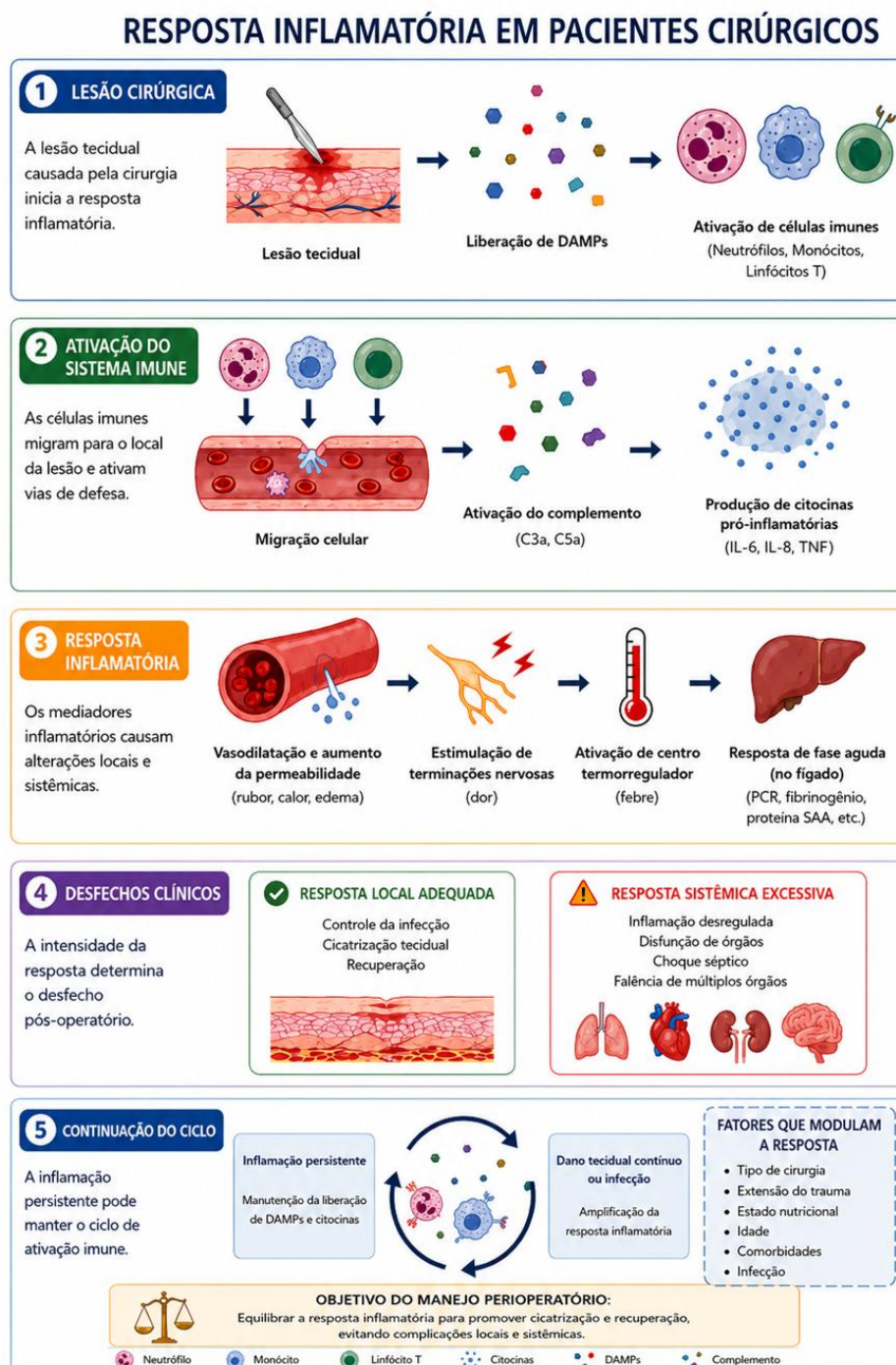
Tais métodos apresentam importante aplicabilidade também em pacientes cirúrgicos, permitindo a identificação precoce de indivíduos com maior vulnerabilidade metabólica, funcional e inflamatória, favorecendo a implementação de intervenções nutricionais e terapêuticas em tempo oportuno [1,9]. Essa avaliação torna-se especialmente relevante no contexto perioperatório, uma vez que o procedimento cirúrgico constitui um trauma controlado capaz de desencadear uma complexa resposta inflamatória sistêmica com impacto direto sobre a recuperação funcional e os desfechos clínicos do paciente [30,31].

2.2 Resposta inflamatória ao trauma cirúrgico

A resposta inflamatória desencadeada pelo trauma cirúrgico está intimamente relacionada à ativação do sistema imunológico frente à perda da integridade tecidual, caracterizando um processo inflamatório predominantemente estéril, ou seja, desencadeado na ausência de agentes infecciosos. Conforme a Figura 1, a lesão celular provocada pelo ato operatório promove a liberação de padrões moleculares associados ao dano (DAMPs), que atuam como sinais de alerta endógenos capazes de ativar rapidamente o sistema imune inato. Esses mediadores são reconhecidos por receptores do tipo Toll-like (TLRs), presentes em células endoteliais, hematopoiéticas e somáticas, desencadeando uma cascata de sinalização intracelular que resulta na expressão de moléculas de adesão, recrutamento leucocitário e amplificação da resposta inflamatória

[18]. Dessa forma, o trauma cirúrgico, mesmo na ausência de infecção, é capaz de induzir uma resposta inflamatória sistêmica robusta, com características semelhantes às observadas em processos infecciosos [18,32].

Figura 1 – Representação esquemática da resposta inflamatória em pacientes cirúrgicos.



Fonte: Elaborado pela autora, com apoio de ferramentas de inteligência artificial para geração e edição gráfica, com posterior revisão e validação científica, a partir de Li et al., 2024[32]

Na sequência desses eventos iniciais, a perturbação celular associada ao trauma e ao sangramento cirúrgico intensifica a liberação de DAMPs e promove uma cascata inflamatória complexa, cuja função é simultaneamente defensiva e reparadora. Entretanto, a liberação exacerbada de mediadores pró-inflamatórios pode comprometer a integridade endotelial, favorecendo o aumento da permeabilidade vascular, a ativação da coagulação e a disseminação sistêmica desses mediadores [18,32].

Do ponto de vista fisiopatológico, a resposta inflamatória cirúrgica é mediada principalmente pela liberação de citocinas pró-inflamatórias, como IL-6 e o TNF em virtude da ativação do sistema complemento (C3a e C5a), além de outras moléculas sinalizadoras produzidas por macrófagos, células natural killer e linfócitos que desempenham papel fundamental na amplificação da resposta imune. Paralelamente, ocorre a produção de proteínas de fase aguda, como a proteína C reativa (PCR), além da ativação de vias neuroendócrinas associadas ao estresse, incluindo o aumento da secreção de cortisol e catecolaminas [18,33,34]. Esses mecanismos contribuem para o desenvolvimento de um estado hipermetabólico, caracterizado por aumento do consumo energético, catabolismo proteico além de interferência no metabolismo glicídico e lipídico [14]. Em pacientes que já apresentam comprometimento prévio da massa muscular, como aqueles com risco ou diagnóstico de sarcopenia, esse ambiente catabólico imposto pelo trauma cirúrgico tende a ser particularmente deletério, acelerando a perda funcional e ampliando a vulnerabilidade a complicações pós-operatórias [9,10].

Todo esse processo é iniciado por uma fase pró-inflamatória marcada por intensa ativação imunológica. Quando ocorre de maneira desequilibrada, essa fase pode desencadear a Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS), caracterizada por um quadro inflamatório exacerbado e maior suscetibilidade a complicações infecciosas e sépticas. Em situações mais críticas, essa desregulação pode evoluir para disfunção de múltiplos órgãos, estando diretamente associada ao aumento da mortalidade [18,32,35,36]. Nesse contexto, pacientes com risco ou diagnóstico de sarcopenia apresentam particular vulnerabilidade, uma vez que a depleção de massa muscular e o estado inflamatório crônico de base reduzem a reserva imunológica disponível para enfrentar o estresse cirúrgico, ampliando a probabilidade de progressão para desfechos mais graves [9,10] .

Concomitantemente outro cenário imunológico se apresenta, a Síndrome da Resposta Anti-inflamatória Compensatória (CARS), caracterizada pela imunossupressão decorrente da sinalização anti-inflamatória complexa que se desenvolve na tentativa de restaurar a homeostase orgânica. O equilíbrio entre SIRS e CARS é determinante para a recuperação adequada no período pós-operatório, visto que, uma resposta inflamatória excessiva pode levar à disfunção orgânica, ao passo que uma resposta anti-inflamatória prolongada resulta em imunossupressão, aumento da suscetibilidade a infecções secundárias e atraso na cicatrização [35,36].

A resolução da inflamação constitui um processo ativo e altamente regulado, envolvendo a remoção de células inflamatórias, a redução de mediadores pró-inflamatórios e o aumento de mediadores pró-resolutivos. A falha nesse mecanismo pode levar à persistência da inflamação e contribuir para a progressão de disfunções orgânicas[18]. Além disso, fatores relacionados ao procedimento cirúrgico, como extensão da incisão, manipulação tecidual e perda sanguínea, podem intensificar essa resposta [18,33].

O estado nutricional representa um dos principais determinantes da resposta ao estresse cirúrgico, e nesse contexto, a presença de sarcopenia emerge como fator de risco independente e de grande relevância prognóstica. A metanálise de Knoedler et al., 2023[9], conduzida a partir de 294 estudos e abrangendo aproximadamente 100.000 pacientes, demonstrou que a sarcopenia está associada a desfechos desfavoráveis em todas as especialidades cirúrgicas avaliadas, incluindo maior mortalidade, tempo prolongado de internação em UTI e menores taxas de sobrevida em longo prazo [9]. Paralelamente, pacientes desnutridos ou com comprometimento imunológico tendem a apresentar respostas inflamatórias mais intensas e prolongadas, o que pode impactar negativamente a evolução clínica no período pós-operatório [12,37]. A composição corporal, de forma mais ampla, também exerce influência sobre o risco de complicações, Cai et al., 2018[38] observaram que a espessura da gordura subcutânea está associada ao risco de infecção do sítio cirúrgico em cirurgias abdominais, reforçando a necessidade de uma avaliação clínica e nutricional integrada no pré-operatório [38].

Quanto às perspectivas clínicas, a resposta inflamatória cirúrgica apresenta natureza dual, sendo essencial para o reparo tecidual, mas potencialmente deletéria quando desregulada. Quando exacerbada tem sido associada a maior incidência de complicações pós-operatórias, incluindo infecções, atraso na cicatrização, disfunção

orgânica e aumento do tempo de internação hospitalar [30,33]. Nesse contexto, estratégias de rastreio e avaliação precoce da sarcopenia, estado nutricional e monitoramento de marcadores inflamatórios tornam-se uma ferramenta relevante para a avaliação da evolução clínica, identificação precoce de complicações e o desenvolvimento de estratégias terapêuticas que visem modular a resposta inflamatória à cirurgia de maneira a promover melhores desfechos clínicos e identificação de pacientes com maior vulnerabilidade clínica e funcional [39].

2.3 Relação entre estado nutricional, inflamação sistêmica e sarcopenia no paciente cirúrgico

No âmbito metabólico, a cirurgia induz um estado de hipermetabolismo e catabolismo, caracterizado pelo aumento do gasto energético basal, mobilização de reservas corporais e degradação proteica. Esse processo resulta em balanço nitrogenado negativo e perda de massa muscular, favorecendo um quadro de sarcopenia que pode impactar diretamente a recuperação funcional do paciente[12–14]. Além disso, alterações no metabolismo de glicose e lipídios contribuem para a resistência insulínica e para a piora do estado clínico, especialmente em pacientes com comorbidades pré-existentes [15]. Nesse cenário, o estado nutricional do paciente emerge como um fator determinante na capacidade de resposta ao estresse cirúrgico, sendo a avaliação nutricional prévia e a identificação de pacientes em risco nutricional e risco de sarcopenia etapas fundamentais no planejamento terapêutico [12,15,37,40].

A desnutrição, compreendida como uma condição clínica resultante de um desequilíbrio no consumo de nutrientes de forma a não atender as necessidades nutricionais basais, expressa carências ou excessos que resultam em alterações adversas na composição corporal e nas funções orgânicas [41]. É detectada a partir de variados instrumentos de avaliação nutricional como a Triagem de Risco Nutricional 2002 (NRS2002) e a Avaliação Subjetiva Global (ASG)[42]. A ampla gama de ferramentas desenvolvidas com essa finalidade reflete não apenas diferenças metodológicas, mas também a complexidade inerente à avaliação do estado nutricional, sendo assim, vale ressaltar que o diagnóstico nutricional de desnutrição não se restringe ao baixo peso, podendo acometer indivíduos independentemente da classificação pelo Índice de Massa Corporal (IMC) [42,43]. Trata-se, portanto, de uma condição multifatorial que pode se manifestar em diferentes perfis clínicos, que exerce impacto direto nos desfechos

cirúrgicos e que na grande maioria dos casos está associada a quadros de sarcopenia severa [11].

A relevância clínica da desnutrição no contexto cirúrgico é amplamente documentada, sua prevalência segundo Liu et al., 2025[43] em pacientes hospitalizados pode variar de aproximadamente de 13% a mais de 60%, dependendo da população estudada e dos métodos de avaliação utilizados [43]. Esse quadro é fortemente associado ao comprometimento significativo da função imunológica, incluindo redução da atividade de células de defesa, prejuízo da barreira mucosa e cutânea, diminuição da síntese proteica e alterações na resposta inflamatória [11]. De forma semelhante, o envelhecimento e a sarcopenia repercutem na redução da estabilidade cardiovascular e da competência imune e de cicatrização, mecanismos que contribuem para maior vulnerabilidade cirúrgica e na suscetibilidade a infecções e complicações pós-operatórias [11,30,33]. Schaible et al., 2007[44] descrevem uma relação bidirecional entre desnutrição e infecção em que o estado inflamatório decorrente da infecção eleva a demanda energética e agrava o comprometimento nutricional, ao passo que a desnutrição pré-existente reduz a competência imunológica e favorece a ocorrência de novos episódios infecciosos, perpetuando um ciclo vicioso com impacto direto sobre os desfechos clínicos [17]. Esse mecanismo assume especial relevância em pacientes cirúrgicos com risco de sarcopenia, nos quais a reserva muscular reduzida e o estado inflamatório crônico de base criam condições ainda mais propícias para a instalação desse ciclo.

Evidências na literatura demonstram que pacientes desnutridos apresentam maior incidência de infecção do sítio cirúrgico, complicações pulmonares, necessidade de reoperação e aumento da mortalidade, além de maior tempo de internação hospitalar [11,45]. Esses achados têm sido observados em diferentes contextos cirúrgicos, como por Tsantes et al., 2019[44] em procedimentos ortopédicos, Liu et al., 2025[46] em vasculares e Bossi et al., 2021[46] em casos oncológicos, reforçando o papel da desnutrição como fator prognóstico relevante e potencialmente modificável [43,44,46].

A obesidade, definida pelo IMC superior a 30 kg/m², também merece atenção no contexto perioperatório, especialmente quando coexiste com redução de massa muscular, condição denominada obesidade sarcopênica. Essa combinação é particularmente desfavorável, uma vez que o excesso de gordura visceral, ao promover um estado inflamatório crônico de baixo grau, potencializa a degradação proteica muscular e amplifica o risco de complicações cirúrgicas [47]. Montano-Loza et al., 2016[48]

demonstraram que pacientes com obesidade sarcopênica apresentam mortalidade significativamente superior àquela observada em pacientes com apenas uma dessas condições isoladamente, evidenciando o efeito sinérgico entre excesso de gordura e depleção muscular sobre o prognóstico cirúrgico [48]. Esses achados reforçam que a avaliação do estado nutricional no pré-operatório não deve se restringir ao IMC, sendo necessário incorporar parâmetros de composição corporal que permitam identificar tanto a desnutrição quanto a sarcopenia em diferentes perfis clínicos.

Diante desse panorama, torna-se evidente que o estado nutricional e a sarcopenia constituem dimensões interdependentes na avaliação do paciente cirúrgico e que o comprometimento nutricional favorece o desenvolvimento e a progressão da perda muscular, enquanto que a sarcopenia, quando presente, agrava a evolução clínica e amplifica os riscos associados ao procedimento. A identificação precoce dessa condição representa, portanto, um instrumento de grande valor na mensuração da fragilidade e na predição do risco perioperatório, possibilitando a implementação de estratégias terapêuticas e nutricionais mais direcionadas e individualizadas [9,10].

Dessa forma, o estado nutricional pré-operatório destaca-se como um dos principais fatores prognósticos em cirurgia. A identificação precoce de pacientes em risco nutricional e a implementação de estratégias de intervenção adequadas são fundamentais para a redução de complicações, melhora da resposta imunológica e otimização da recuperação pós-operatória. A triagem nutricional sistemática deve, portanto, ser incorporada à avaliação pré-operatória como parte essencial do planejamento terapêutico [12,15,37,40]. Por meio dela, a terapia nutricional precoce, quando corretamente indicada, tem demonstrado benefícios na manutenção da integridade da mucosa intestinal, modulação da resposta inflamatória e redução de complicações infecciosas. Adicionalmente, a imunonutrição, com o uso de nutrientes específicos como arginina, ácidos graxos ômega-3 e nucleotídeos, tem sido associada à melhora da resposta imune e à redução do tempo de internação em determinados grupos de pacientes [12,40,49].

A inflamação constitui o eixo que mais diretamente articula o procedimento cirúrgico à sarcopenia, representando ao mesmo tempo um mecanismo fisiológico indispensável ao reparo tecidual e um fator de risco quando desregulado. No contexto cirúrgico, como descrito anteriormente, a resposta inflamatória pode se tornar deletéria ao desencadear infecções, disfunções orgânicas e aumento do tempo de internação hospitalar [34,50]. Dessa forma, a homeostase imunológica representa um elemento

crítico na evolução clínica de pacientes cirúrgicos, sendo o desequilíbrio entre os mecanismos pró e anti-inflamatórios um importante determinante de prognóstico [35,36,50,51].

No que diz respeito à sarcopenia, a condição vem sendo fortemente associada a um estado inflamatório persistente e de baixa intensidade, característico do próprio processo de envelhecimento. Esse fenômeno, denominado *inflammaging*, caracteriza-se pela elevação sustentada de marcadores inflamatórios circulantes sem a presença de um agente infeccioso identificável, configurando um ambiente sistêmico desfavorável à manutenção da massa e da função muscular [8]. O resultado da ação dos mediadores pró-inflamatórios nesse processo é a progressiva perda de massa e força muscular característica da sarcopenia, condição cuja origem multifatorial, mas que encontra nessa inflamação crônica um dos seus principais determinantes [8,16].

Entretanto, o eixo inflamação-sarcopenia não é unidirecional, ou seja, a disfunção do tecido muscular, em vez de ser apenas consequência do estado inflamatório, também atua como gatilho para a perpetuação e o agravamento da resposta inflamatória, estabelecendo um ciclo bidirecional em que ambos os processos se retroalimentam entre perda muscular e inflamação. Esse mecanismo encontra paralelo no conceito de parainflamação, uma resposta adaptativa desencadeada pela própria disfunção tecidual, cujo objetivo inicial é restaurar a homeostase, mas que, diante de uma disfunção persistente, pode se cronificar e contribuir para o agravamento do quadro[8]. Dessa forma, compreender em que medida as alterações nos perfis de citocinas pró e anti-inflamatórias podem sinalizar o risco de desenvolvimento ou progressão da sarcopenia é uma questão de grande relevância clínica, especialmente para a identificação precoce de indivíduos vulneráveis, como os pacientes cirúrgicos, e para a avaliação da efetividade de estratégias de intervenção direcionadas a essa população [8,9,16].

Por fim, observa-se que os desfechos clínicos e nutricionais em cirurgia não devem ser analisados de forma isolada, mas sim como componentes interdependentes de um mesmo processo fisiopatológico [30,39]. A interação entre inflamação, estado nutricional, sarcopenia e resposta metabólica decorrentes do trauma cirúrgico constitui a base para a compreensão da evolução pós-operatória. Nesse contexto, a integração desses fatores na avaliação clínica permite uma abordagem mais abrangente e individualizada e a utilização de marcadores e índices que incluam tais dimensões tem se mostrado

promissora para a estratificação de risco e para a singularidade do cuidado, reforçando a importância de abordagens multidimensionais na prática clínica[34,49,51,52].

2.4 Índices Inflamatórios

Considerando a estreita relação entre a resposta inflamatória, o estado nutricional, a sarcopenia e os desfechos clínicos em pacientes cirúrgicos, o desenvolvimento e a utilização de biomarcadores inflamatórios tem ganhado destaque como ferramenta para auxiliar na avaliação prognóstica e interpretação do perfil imunológico de tais pacientes [22]. Essa necessidade torna-se ainda mais evidente em pacientes com risco de sarcopenia, nos quais o estado inflamatório crônico de baixo grau, denominado *inflammaging*, pode não se refletir em alterações expressivas de marcadores tradicionais isolados, como a PCR ou a contagem leucocitária, exigindo instrumentos mais sensíveis [8,16,53]. Nesse contexto, os índices inflamatórios surgem como ferramentas com potencial de sintetizar, de forma objetiva, alterações imunológicas e metabólicas características desse perfil, permitindo a estratificação de risco e o monitoramento da evolução clínica no período perioperatório, com a vantagem de derivarem de exames laboratoriais rotineiros, de baixo custo e ampla disponibilidade [20,21,54].

Tradicionalmente, marcadores inflamatórios isolados, como a PCR, a albumina sérica e a contagem total de leucócitos, têm sido utilizadas para avaliar a resposta inflamatória sistêmica. A PCR é uma proteína de fase aguda empregada na detecção de inflamação e na identificação precoce de complicações pós-operatórias. Já a albumina, embora classicamente associada ao estado nutricional, apresenta importante papel como marcador inflamatório negativo, sendo sua redução frequentemente observada em estados inflamatórios agudos e crônicos [55]. No entanto, a utilização isolada desses marcadores não reflete plenamente a complexidade da resposta inflamatória, limitação que se torna ainda mais relevante em populações com inflamação crônica de baixo grau, como idosos com risco de sarcopenia, nos quais as alterações imunológicas são sutis, multidimensionais e dificilmente capturadas por um único parâmetro [16]. O emprego de índices inflamatórios derivados de parâmetros hematológicos periféricos surge, nesse contexto, como uma evolução que cumpre o papel de integrar diferentes componentes celulares da resposta imune, permitindo uma análise mais abrangente do equilíbrio entre inflamação e imunidade adaptativa e inata [23,56].

Entre os mais estudados, destacam-se a NLR, a MLR, a PLR, o SII, o SIRI e além deles a RDW [19,20,22,54,57,58]. Todos eles possuem em comum a vantagem de derivarem de exames laboratoriais rotineiros, o que facilita sua incorporação na prática clínica.

A NLR é considerada como marcador clínico desde o final do século XX, inicialmente proposta como um indicador da intensidade da resposta ao estresse na SIRS [24]. A NLR emergiu a partir da observação de alterações quantitativas de neutrófilos e linfócitos em condições como sepse, trauma e cirurgias abdominais de grande porte [53]. Ao longo das décadas seguintes e até recentemente com a pandemia de COVID-19 sua aplicação expandiu-se para diferentes condições clínicas, consolidando-se como um importante indicador prognóstico, como no trabalho de Sager et al., 2021[59] que observou aumento da NLR junto a ocorrência de agravos cardiovasculares [53,59] e no estudo de Tan et al., 2024 [60] que investigou o biomarcador em pacientes oncológicos[60].

Do ponto de vista fisiopatológico, a NLR demonstra o equilíbrio entre dois componentes fundamentais do sistema imunológico. Os neutrófilos, principais células da imunidade inata, que participam ativamente da resposta inflamatória, e os linfócitos que desempenham papel central na imunidade adaptativa [61]. Alterações nesse equilíbrio, caracterizadas por aumento da NLR, têm sido associadas a estados inflamatórios exacerbados, imunossupressão relativa e piores desfechos clínicos, especialmente em contextos de estresse fisiológico intenso [24,53,62]. No contexto do envelhecimento, a NLR tende a se elevar progressivamente em decorrência do *inflammaging*, sendo essa elevação associada à redução de força e massa muscular em idosos, o que reforça a relevância específica do índice na avaliação de pacientes com risco de sarcopenia no período pré-operatório[16,53]. Ademais, em pacientes cirúrgicos idosos, valores elevados de NLR no pré-operatório têm sido associados a maior incidência de complicações pós-operatórias e pior recuperação funcional, sugerindo que o índice pode contribuir para a identificação de indivíduos com maior vulnerabilidade clínica antes do procedimento [53].

Se a NLR captura o desequilíbrio entre imunidade inata e adaptativa em estados inflamatórios agudos e crônicos, a MLR complementa essa avaliação ao incorporar o papel dos monócitos, células centrais na modulação da inflamação persistente e na ativação de macrófagos teciduais, mecanismo particularmente relevante na inflamação

crônica de baixo grau associada ao envelhecimento e à sarcopenia [56]. Os monócitos estão diretamente envolvidos na ativação de macrófagos e na progressão de processos inflamatórios, incluindo a aterogênese como relatado por Choi et al., 2017[63], enquanto a linfocitopenia permanece associada à pior resposta imunológica [63,64]. Dessa forma, a MLR tem sido investigada como um indicador prognóstico em doenças cardiovasculares, renais e neoplásicas, demonstrando potencial como marcador independente de gravidade e mortalidade [56,64].

A PLR primordialmente foi utilizada como um biomarcador em estudos envolvendo neoplasia periampular como descrito por Smith et al., 2008[65], desde então passou a ser investigada com maior frequência a participação das plaquetas na resposta inflamatória, ampliando o estudo desse grupo celular para além de sua função hemostática e pró-trombótica [65]. Através da interação das plaquetas com o endotélio vascular e com as células de defesa orgânica, reforçada principalmente em casos de aterogênese, ocorre a liberação de citocinas e a modulação do microambiente inflamatório. A elevação da PLR reflete, portanto, um estado pró-inflamatório que ocorre concomitantemente à redução da imunidade adaptativa, sendo amplamente explorada como marcador prognóstico em diferentes cenários clínicos, entre eles as doenças cardiovasculares e doença renal crônica [66,67].

Embora NLR, MLR e PLR representem avanços relevantes na avaliação inflamatória, cada um deles captura apenas uma dimensão da resposta imune, o que pode ser insuficiente diante da complexidade do estado inflamatório presente em pacientes cirúrgicos com múltiplas comorbidades, como aqueles com risco de sarcopenia, nos quais coexistem inflamação crônica de baixo grau, alterações na imunidade adaptativa e disfunção metabólica [8,9]. Com o avanço das pesquisas, índices mais robustos foram desenvolvidos, como o SII, que integra neutrófilos, plaquetas e linfócitos em um único parâmetro. Esse índice foi desenvolvido e validado por Hu et al., 2014, nesse trabalho os autores buscaram identificar um fator que pudesse ser interpretado de forma a traduzir o estado inflamatório e imunológico de pacientes oncológicos cirúrgicos com diagnóstico de carcinoma hepato celular. Como resultado foi obtido o SII, calculado através da fórmula matemática que parte da multiplicação entre o total de plaquetas e total de neutrófilos, seguida pela divisão do o resultado obtido pelo quantitativo de linfócitos. O índice foi mensurado e analisado para diversos desfechos de interesse dos pesquisadores

tanto em uma coorte de treinamento quanto posteriormente em uma coorte de validação, sustentando esse índice como um bom biomarcador de valor prognóstico [23].

A elaboração do SII representa um avanço conceitual ao combinar múltiplas dimensões da resposta inflamatória e imunológica pela forma aprofundada de integrar os componentes hemáticos. Após o trabalho pioneiro de Hu et al. 2014[23], o SII foi investigado em variados contextos clínicos, como por exemplo no trabalho de Wang et al., 2019 [68] no qual o índice foi relacionado com diversas neoplasias, Ye et al., 2022[69] que englobaram doenças cardiovasculares e Alsabani et al., 2023[70] que investigaram o comportamento do índice em casos de fraturas e politraumatismos. Com particular relevância para o presente estudo a metanálise de Xie et al., 2024[25] que recentemente demonstrou associação estatisticamente significativa entre níveis elevados de SII e maior risco de sarcopenia, evidenciando que adultos no grupo com SII elevado apresentaram risco 1,58 vezes maior de desenvolver sarcopenia em comparação ao grupo com SII baixo (OR=1,58; IC 95%=1,38–1,80; $p<0,001$), associação confirmada tanto em idosos quanto em adultos com e sem distúrbios gastrointestinais [25]. Esse achado posiciona o SII como biomarcador com potencial diagnóstico e preditivo para a sarcopenia, e aponta para sua relevância na avaliação pré-operatória de pacientes com risco dessa condição, especialmente considerando que a integração de neutrófilos, plaquetas e linfócitos em um único índice reflete simultaneamente a ativação inflamatória sistêmica e a competência imunológica, dimensões centrais tanto na fisiopatologia da sarcopenia quanto na resposta ao trauma cirúrgico [8,23,25]

Nesse mesmo contexto de desenvolvimento de índices compostos, foi proposto o SIRI, que incorpora neutrófilos, monócitos e linfócitos, calculado pela razão entre o produto de neutrófilos e monócitos dividido pela contagem de linfócitos. Segundo Shi et al. 2025 (71) o SIRI amplia o entendimento dos mecanismos inflamatórios, sendo um marcador de microinflamação cuja elevação sinaliza alterações imunológicas mais impactantes que como consequência podem desencadear uma resposta inflamatória exacerbada [71]. Sua composição, que integra simultaneamente componentes da imunidade inata (neutrófilos e monócitos) e da imunidade adaptativa (linfócitos), confere ao índice sensibilidade para capturar o desequilíbrio imunológico característico de condições inflamatórias crônicas, como aquelas observadas na sarcopenia e no envelhecimento [8,71].

Em razão de sua composição, o SIRI na literatura é vastamente correlacionado à progressão de doenças cardiovasculares, possivelmente em decorrência da ação combinada de neutrófilos e monócitos na disfunção endotelial e na formação de lesões ateroscleróticas [71]. Entretanto, também são encontrados estudos que observaram níveis elevados de SIRI em condições neoplasias e em doenças inflamatórias crônicas, que o associam a piores desfechos, enquanto valores mais baixos tendem a se relacionar a prognóstico mais favorável [72].

No que diz respeito especificamente à saúde muscular, evidências recentes reforçam a relevância do SIRI nesse contexto. Zhang et al., 2025[26], em estudo que analisou a associação entre oito marcadores inflamatórios derivados do hemograma e parâmetros de saúde muscular, demonstraram que o SIRI apresentou correlação negativa com a massa e a força muscular, de modo que à medida que os valores do índice aumentavam, a força muscular diminuía progressivamente, sendo o efeito mais expressivo observado no quartil superior. Os autores identificaram ainda que cada aumento de uma unidade no SIRI foi significativamente associado a uma redução de 0,07 no índice de força muscular, sugerindo que o índice pode funcionar como marcador sensível ao comprometimento muscular decorrente do estado inflamatório crônico [26]. Esses achados conferem ao SIRI potencial relevância na avaliação pré-operatória de pacientes com risco de sarcopenia, uma vez que sua elevação pode sinalizar um ambiente inflamatório sistêmico desfavorável à manutenção da massa e da função muscular, condição que, quando não identificada previamente ao procedimento cirúrgico, tende a ampliar a vulnerabilidade clínica e funcional do paciente no período pós-operatório [9,10].

Outro biomarcador relevante e utilizado com frequência é a Amplitude de Distribuição dos Eritrócitos ou na sigla em inglês RDW, que expressa a variabilidade no volume dos glóbulos vermelhos [73]. Tradicionalmente utilizado na avaliação de anemias, o RDW tem sido progressivamente reconhecido como um marcador indireto de inflamação sistêmica, estresse oxidativo e disfunção endotelial [22]. Essas dimensões fisiopatológicas são centrais também na sarcopenia, na qual o estresse oxidativo promovido pelas ROS e a inflamação crônica de baixo grau contribuem diretamente para a disfunção mitocondrial e a degradação proteica muscular [7]. Dessa forma, a elevação do RDW em idosos pode refletir não apenas estados anêmicos ou inflamatórios agudos, mas também o ambiente de microinflamação persistente associado ao *inflammaging* e ao

declínio muscular, conferindo ao índice potencial relevância na avaliação pré-operatória de pacientes com risco de sarcopenia [53,73].

Assim como para os demais biomarcadores supracitados, evidências recentes sugerem que níveis elevados de RDW estão associados à maior gravidade e progressão de diversas patologias. No estudo de Li et al., 2017(74) o comportamento do RDW foi investigado como um marcador preditivo e um fator de risco independente nas doenças cerebrovasculares [74], bem como Lorente et al., 2021[75] e Lin et al., 2023[76] observaram a evolução do mesmo em cenários de trauma e o associaram a piores desfechos como mortalidade e maior tempo de internação hospitalar [22,75–77].

A aplicabilidade clínica dos índices inflamatórios reside principalmente na sua capacidade de refletir o equilíbrio entre inflamação sistêmica e competência imunológica e na capacidade de prever desfechos e auxiliar na tomada de decisão [78]. No contexto cirúrgico, observa-se que esses indicadores podem ser utilizados na avaliação pré-operatória, contribuindo para a identificação de pacientes de alto risco, bem como no acompanhamento pós-operatório, permitindo a detecção precoce de complicações. Além disso, tais índices podem orientar intervenções terapêuticas, incluindo estratégias nutricionais e medidas de suporte intensivo, favorecendo uma abordagem mais individualizada e integralizada do cuidado [19,39,40,51].

Diante do exposto, os índices inflamatórios compostos representam uma evolução metodológica relevante na avaliação de pacientes cirúrgicos, especialmente quando se considera a complexidade do perfil imunológico de adultos e idosos com risco de sarcopenia. Nesses indivíduos, a coexistência de inflamação crônica de baixo grau, declínio da competência imunológica adaptativa e vulnerabilidade metabólica aumentada exige ferramentas que integrem múltiplas dimensões da resposta imune, características que os índices compostos derivados do hemograma atendem de forma objetiva, acessível e reprodutível [8,16,21].

É essencial, contudo, que esses índices sejam interpretados de forma integrada ao contexto clínico, nutricional e funcional do paciente, e não como parâmetros isolados, dado que fatores como infecções concomitantes, uso de medicamentos imunossupressores e variabilidade populacional podem influenciar seus valores e comprometer a acurácia preditiva [13,54]. Nesse sentido, a utilização combinada dos índices inflamatórios com instrumentos de triagem de sarcopenia e avaliação nutricional

no período pré-operatório configura uma abordagem multidimensional promissora para a estratificação de risco e a individualização do cuidado em pacientes cirúrgicos [9,10,51].

3. Objetivos

3.1 Objetivo geral

Avaliar a associação entre índices inflamatórios sistêmicos e o risco de sarcopenia em pacientes submetidos a cirurgia eletiva, bem como sua capacidade discriminatória para identificar indivíduos em risco de sarcopenia.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o desempenho prognóstico do SII em pacientes cirúrgicos críticos;
- Identificar a prevalência de risco de sarcopenia na população estudada;
- Caracterizar o perfil sociodemográfico, clínico, nutricional e funcional de pacientes submetidos à cirurgia eletiva segundo o risco de sarcopenia;
- Comparar os índices inflamatórios sistêmicos (SII, SIRI, NLR, PLR, MLR e RDW) entre pacientes com e sem risco de sarcopenia;
- Determinar a capacidade discriminatória e os pontos de corte dos índices inflamatórios sistêmicos para identificação do risco de sarcopenia;
- Investigar a associação entre os índices inflamatórios sistêmicos e o risco de sarcopenia por meio de modelos de regressão logística ajustados para potenciais fatores de confusão.

4 Métodos

4.1 Questões éticas

Este estudo deriva de um projeto maior intitulado “Avaliação da correlação do risco nutricional com parâmetros clínicos e nutricionais de pacientes internados no Hospital Universitário”, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF/HU BRASIL), por meio do parecer 5.059.967 (ANEXO A), que foi estruturado obedecendo às normas e diretrizes éticas das pesquisas científicas envolvendo seres humanos conforme a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde com complemento da resolução nº 510/16 [79,80]. Os participantes ou responsáveis diretos que aceitaram

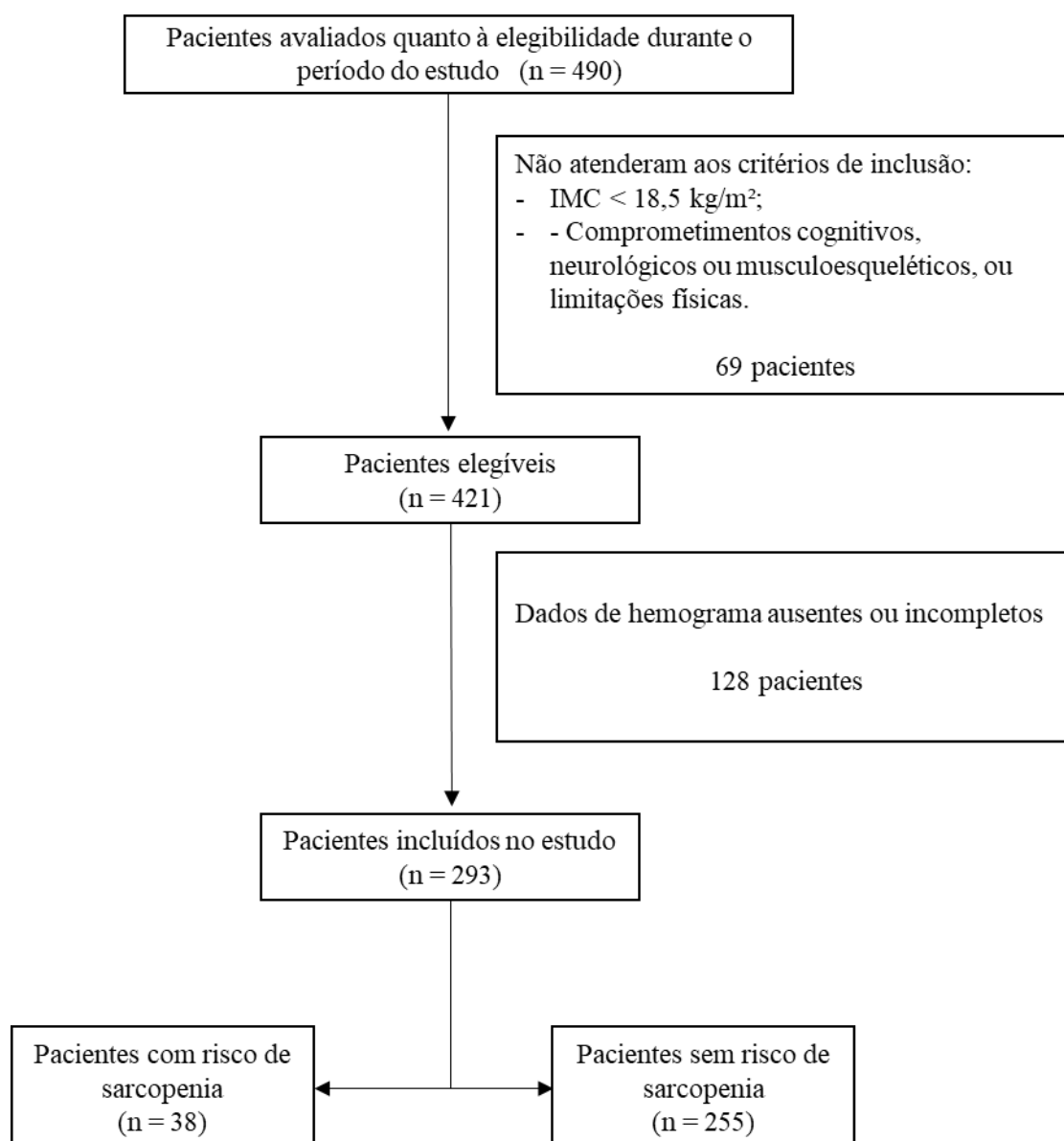
participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

4.2 Delineamento do estudo e critérios de elegibilidade

Trata-se de um estudo transversal retrospectivo desenvolvido no HU-UFJF/HU BRASIL, cuja coleta de dados ocorreu entre novembro de 2022 e a novembro de 2025 com pacientes admitidos na enfermaria da clínica cirúrgica do hospital.

Foram considerados elegíveis os indivíduos com idade ≥ 18 anos, de ambos os sexos, internados para qualquer cirurgia eletiva, independentemente da especialidade cirúrgica, e que realizaram avaliações físicas e que dispunham do hemograma mais recente realizado antes da cirurgia registrado em prontuário eletrônico. Foram excluídos indivíduos com IMC inferior a 18,5 kg/m², limitações físicas ou comprometimento cognitivo que impedissem a realização dos exames planejados e o adequado preenchimento dos questionários, incluindo indivíduos com distúrbios neurológicos, musculoesqueléticos ou osteoarticulares, amputação de membros superiores, artrite em estágio avançado, bem como pacientes transferidos para outras unidades hospitalares. Ao longo da realização do estudo, os pacientes que internavam na referida clínica eram convidados a participar do estudo, e avaliados em relação aos critérios de elegibilidade. O fluxograma de inclusão dos pacientes é apresentado na Figura 2. Foram avaliados quanto a elegibilidade 490 indivíduos, sendo selecionados durante o processo de seleção 293 pacientes, que foram divididos de acordo com a presença de risco de sarcopenia, em dois grupos: com risco de sarcopenia (n=38) e sem risco de sarcopenia (n=255). A partir do total de pacientes incluídos, foi realizado o cálculo do poder amostral por meio do software G*Power e verificado um poder superior a 85%, considerando $\alpha = 0,05$.

Figura 2 – Fluxograma de Seleção Amostral



Legenda: Fluxograma representativo das etapas de aplicação dos critérios de elegibilidade, exclusão e definição da amostra final do estudo. Fonte: Elaborado pelas autoras.

4.3 Procedimentos e coleta de dados

4.3.1 Dados clínicos e demográficos

Por meio de prontuários eletrônicos foram obtidos dados de sexo, idade, comorbidades, tipo de cirurgia, tempo de internação hospitalar e desfecho clínico (alta ou óbito). Os procedimentos cirúrgicos foram categorizados de acordo com o sistema anatômico envolvido e classificados como cirurgia do trato digestivo, trato geniturinário, trato respiratório, ortopédica ou outras cirurgias.

Os pacientes que atenderam aos critérios de elegibilidade foram avaliados em até 24 horas após a admissão hospitalar através da aplicação do instrumento de avaliação de risco nutricional, Nutritional Risk Screening 2002 (NRS-2002)[81], e de um questionário com finalidade classificação do risco de sarcopenia, o SARC-F[28], posteriormente ao questionário foi associada a medida de circunferência da panturrilha para ser obtida a classificação do risco de sarcopenia pelo SARCF + CP [82]. Nesse momento ainda foram aferidos o peso, a altura, a circunferência de braço (CB), a circunferência da panturrilha (CP), a altura do joelho (AJ), e calculado o IMC.

A coleta dos dados bioquímicos foi realizada através de consulta em prontuário eletrônico, utilizada como filtro para a busca a data da cirurgia realizada, seguida pela tabulação dos dados disponíveis no hemograma, sendo reunidos o quantitativo de linfócitos, monócitos, neutrófilos bastões, neutrófilos segmentados, com posterior somatório de ambos para obtenção da contagem absoluta de neutrófilos, além dos valores referentes as plaquetas e a amplitude de distribuição de hemácias (RDW). Os dados laboratoriais pré-operatórios foram obtidos para todos os participantes utilizando o exame laboratorial realizado mais próximo à data da cirurgia.

Após a tabulação dos dados obtidos no hemograma, foram calculados os índices inflamatórios por meio de fórmulas matemáticas. A NLR, a MLR e a PLR foram determinadas pela razão entre as contagens absolutas de neutrófilos, monócitos e plaquetas e a contagem total de linfócitos [54,56], respectivamente conforme as seguintes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{NLR} &= \frac{\text{Contagem total de neutrófilos (mcg/L)}}{\text{Contagem total de linfócitos (mcg/L)}} \\ \text{MLR} &= \frac{\text{Contagem total de monócitos (mcg/L)}}{\text{Contagem total de linfócitos (mcg/L)}} \\ \text{PLR} &= \frac{\text{Contagem total de plaquetas (mcg/L)}}{\text{Contagem total de linfócitos (mcg/L)}} \end{aligned}$$

O SII foi calculado a partir do produto das contagens absolutas de neutrófilos e plaquetas dividido pela contagem total de linfócitos e o SIRI foi obtido pelo produto das

contagens absolutas de neutrófilos e monócitos, também dividido pela contagem total de linfócitos[58,69].

$$SII = \frac{\text{Contagem total de plaquetas(mcg/L)} \times \text{Contagem total de neutrófilos (mcg/L)}}{\text{Contagem total de linfócitos (mcg/L)}}$$

$$SIRI = \frac{\text{Contagem total de neutrófilos (mcg/L)} \times \text{Contagem total de monócitos (mcg/L)}}{\text{Contagem total de linfócitos (mcg/L)}}$$

4.3.2 Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada pela aferição de peso e estatura através de uma balança eletrônica de plataforma (Lider® LD-1050; com capacidade mínima de 2 kg e máxima de 200 kg e precisão de 100 g) acoplada a um estadiômetro retrátil (com graduação de 0,5 cm). Para pacientes com dificuldade de deambulação, mas com possibilidade de permanecerem em posição ereta próximo ao leito, foi utilizada uma balança profissional portátil digital com certificação para aferição pelo INMETRO (0,000 kg até 200,000 kg, com graduação de 100g). Para aqueles pacientes em que não foi possível aferir peso e altura, foram consideradas a estimativa de peso e estatura corporal por meio das equações preditivas [83,84] considerando variáveis de sexo, idade, etnia, e utilizando a CB e AJ. A CB aferida com o indivíduo com o braço relaxado ao longo do corpo, a partir da identificação do ponto médio entre o acrômio da escápula e o olécrano da ulna uma fita métrica inelástica foi posicionada ao redor do braço de maneira ajustada à pele, sem compressão, então obtido o valor em centímetros. A AJ após dada orientação ao indivíduo para flexionar o joelho e o tornozelo em ângulo aproximado de 90°, com a fita flexível e inextensível posicionada entre a região máxima distal do calcanhar e face anterior da coxa, imediatamente acima dos côndilos femorais, o resultado também registrado em centímetros. Ademais com a fita métrica ainda foi obtido a CP com os indivíduos sentados ou de pé, com as pernas ligeiramente afastadas, a medida foi realizada de forma padronizada, no ângulo de maior diâmetro. Por meio do peso e estatura foi calculado o IMC, a partir da fórmula: peso (em kg) /estatura² (em m). Os adultos e idosos foram classificados de acordo com a Organização Mundial de Saúde [85], considerando-se os seguintes intervalos, em kg/m²: baixo peso, se IMC < 18,5; eutrofia, se IMC ≥ 18,5 e < 25; sobrepeso, se IMC ≥ 25 e < 30; e obesidade, se IMC ≥ 30.

Todos os profissionais envolvidos na avaliação antropométrica, nutricionistas e residentes em Nutrição, foram devidamente treinados por um antropometrista capacitado,

seguindo as recomendações técnicas da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria [86].

4.3.3 Risco nutricional

Na triagem nutricional, o risco nutricional foi determinado por meio baseado na aplicação da NRS -2002 [81]. Esse instrumento foi estruturado em duas etapas, na primeira, realizou-se uma triagem inicial com respostas dicotômicas (sim/não) para quatro critérios: índice de massa corporal (IMC) inferior a 18,5 kg/m²; perda ponderal não intencional nos últimos três meses; redução da ingestão alimentar na última semana; e presença de condição clínica grave, estado geral comprometido ou internação em unidade de terapia intensiva (UTI).

A progressão para a segunda etapa ocorreu quando houve resposta afirmativa para pelo menos um dos critérios supracitados. Nessa fase, procedeu-se à estratificação do risco nutricional por meio de um sistema de pontuação que considerou o percentual e o tempo de perda de peso, o IMC, a aceitação da dieta e a gravidade da doença. Ao escore obtido, acrescentou-se um ponto adicional para pacientes com idade igual ou superior a 70 anos, reconhecendo-se esse fator como agravante do risco de desnutrição e ao final da avaliação, escores totais maiores ou iguais a três indicaram a presença de risco nutricional [81].

4.3.4 Risco de sarcopenia

O risco de sarcopenia foi avaliado por meio da aplicação do SARC-F e SARC-F + CP [82]. O SARC-F avaliou limitações relacionadas à força, à capacidade de deambulação, ao ato de levantar-se da cadeira, subir escadas e ao histórico de quedas. Cada um dos cinco itens do SARC-F pontuou de 0 a 2 pontos, e o somatório final ≥ 4 foi considerado sugestivo de sarcopenia. Já o SARC-F + CP consistiu na associação da medida do PP ao SARC-F, com o objetivo de proporcionar uma avaliação mais criteriosa da função muscular e da perda de massa magra. Quando o indivíduo apresentava CP reduzida (em adultos: < 32 cm para mulheres e < 33 cm para homens [87]; em idosos: < 33 cm para mulheres e < 34 cm para homens [88], foram somados 10 pontos ao escore do SARC-F. Uma pontuação total no SARC-F + CP entre 11 e 20 pontos foi considerada sugestiva de sarcopenia [29].

A variável antropométrica CP, de forma isolada, também foi utilizada como parâmetro para avaliação de massa muscular diminuída. Foram adotados os pontos de corte validados na literatura, sendo em adultos: < 32 cm para mulheres e < 33 cm para homens; e em idosos: < 33 cm para mulheres e < 34 cm para homens — para o rastreamento de redução de massa muscular [87–89]. Para indivíduos com excesso de peso ($\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$), a CP foi ajustada subtraindo-se 3 cm, 7 cm ou 12 cm do valor medido para as categorias de IMC de 25–29,9, 30–39,9 e $\geq 40 \text{ kg/m}^2$, respectivamente, a fim de eliminar o efeito de confusão da adiposidade nas medidas de CP [90–92].

4.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software IBM SPSS Statistics versão 20.0 para Windows [95]. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, que evidenciou distribuição não normal para todas as variáveis, assim, as variáveis contínuas foram expressas em mediana (mínimo-máximo) e as categóricas em número absoluto (n) e proporção. Considerando a ausência de normalidade na maioria das variáveis, as comparações entre variáveis contínuas foram realizadas utilizando o teste U de Mann-Whitney e para as variáveis categóricas, as diferenças entre os grupos foram avaliadas por meio do teste do Qui-quadrado ou do teste Exato de Fisher.

A curvas ROC (Receiver Operating Characteristic), foram utilizadas para determinar os valores de corte ideais para os índices inflamatórios sistêmicos (SII e SIRI, NLR, MLR, PLR, RDW) a fim de identificar pacientes em risco de sarcopenia. Os pontos de corte ideais foram definidos por meio do cálculo do índice de Youden (sensibilidade + especificidade – 1), cujos valores variam de 0 a 1, permitindo identificar o melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade. A partir desses pontos de corte, os índices inflamatórios foram categorizados em dois grupos: abaixo e acima do ponto de corte estabelecido.

Foi realizada análise de regressão logística multivariada, considerando os índices de imunoinflamação pré-operatórios (SII e SIRI) e demais fatores potencialmente associados ao desfecho. Observou-se relação linear entre MLR, PLR, RDW e os índices SII e SIRI, dessa forma, MRL, PLR e RDW não foram incluídos na análise de regressão logística multivariável. Com o objetivo de avaliar de maneira mais robusta a influência do estado inflamatório pré-operatório sobre o risco de sarcopenia, os índices SII e SIRI foram inseridos nos modelos tanto como variáveis contínuas quanto categóricas (abaixo

e acima do ponto de corte). Para testar a estabilidade da associação entre SII, SII e risco de sarcopenia, foram construídos três modelos de regressão com ajuste progressivo: Modelo 1, não ajustado; Modelo 2, ajustado por idade e sexo; e Modelo 3, ajustado por idade, sexo, IMC, risco nutricional e diabetes mellitus(DM). A qualidade do ajuste dos modelos foi avaliada pelo teste de Hosmer-Lemeshow (valores de $p > 0,05$ foram considerados aceitáveis). Além disso para melhorar a interpretabilidade clínica dos coeficientes e odds ratios na análise de regressão logística, os valores do SII foram divididos por 1000 antes da inclusão nos modelos multivariados. As demais análises, incluindo estatística descritiva e determinação dos pontos de corte por curva ROC, foram realizadas utilizando os valores originais do índice. Para todas as análises, adotou-se nível de significância estatística de $p < 0,05$.

Referências:

- [1] Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019;48:16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.
- [2] Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. *Metabolism* 2023;144. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2023.155533>.
- [3] Santana N de M, Pinho CPS, da Silva CP, dos Santos NF, Mendes RML. Phase Angle as a Sarcopenia Marker in Hospitalized Elderly Patients. *Nutrition in Clinical Practice* 2018;33:232–7. <https://doi.org/10.1002/ncp.10016>.
- [4] Huang DD, Wang SL, Zhuang CL, Zheng BS, Lu JX, Chen FF, et al. Sarcopenia, as defined by low muscle mass, strength and physical performance, predicts complications after surgery for colorectal cancer. *Colorectal Disease* 2015;17:O256–64. <https://doi.org/10.1111/codi.13067>.
- [5] Thu MM, Ng HJ, Moug S. The influence between frailty, sarcopenia and physical status on mortality in patients undergoing emergency laparotomy. *World Journal of Emergency Surgery* 2025;20. <https://doi.org/10.1186/s13017-025-00588-5>.
- [6] Keller K. Sarcopenia. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 2019;169:157–72. <https://doi.org/10.1007/s10354-018-0618-2>.

- [7] Nishikawa H, Fukunishi S, Asai A, Yokohama K, Nishiguchi S, Higuchi K. Pathophysiology and mechanisms of primary sarcopenia (Review). *Int J Mol Med* 2021;48. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4989>.
- [8] Pan L, Xie W, Fu X, Lu W, Jin H, Lai J, et al. Inflammation and sarcopenia: A focus on circulating inflammatory cytokines. *Exp Gerontol* 2021;154. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111544>.
- [9] Knoedler S, Schliermann R, Knoedler L, Wu M, Hansen FJ, Matar DY, et al. Impact of sarcopenia on outcomes in surgical patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 2023;109:4238–62. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000688>.
- [10] Yang T ran, Luo K, Deng X, Xu L, Wang R rong, Ji P. Effect of sarcopenia in predicting postoperative mortality in emergency laparotomy: a systematic review and meta-analysis. *World Journal of Emergency Surgery* 2022;17. <https://doi.org/10.1186/s13017-022-00440-0>.
- [11] Li Z, Maimaiti Z, Li ZY, Fu J, Hao LB, Xu C, et al. Moderate-to-Severe Malnutrition Identified by the Controlling Nutritional Status (CONUT) Score Is Significantly Associated with Treatment Failure of Periprosthetic Joint Infection. *Nutrients* 2022;14. <https://doi.org/10.3390/nu14204433>.
- [12] Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition* 2021;40:4745–61. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.03.031>.
- [13] Ding P, Wu H, Li T, Wu J, Yang L, Yang J, et al. Impact of preoperative sarcopenia on postoperative complications and prognosis in patients undergoing robotic gastric cancer surgery: A propensity score matching study. *Nutrition* 2024;123. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2024.112408>.
- [14] Ruiz Santana S. El reto de evaluar la situación nutricional de los pacientes y su evolución durante el tratamiento. Desde el paciente crítico hasta el paciente ambulatorio (I). *Nutr Hosp* 2023;40:15–9. <https://doi.org/10.20960/nh.04674>.
- [15] Cederholm T, Barazzoni R, Austin P, Ballmer P, Biolo G, Bischoff SC, et al. ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clinical Nutrition* 2017;36:49–64. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.004>.
- [16] Tuttle CSL, Thang LAN, Maier AB. Markers of inflammation and their association with muscle strength and mass: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* 2020;64. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101185>.

- [17] Schaible UE, Kaufmann SHE. Malnutrition and Infection: Complex Mechanisms and Global Impacts. *PLoS Med* 2007;4:e115. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040115>.
- [18] Margraf A, Ludwig N, Zarbock A, Rossaint J. Systemic Inflammatory Response Syndrome After Surgery: Mechanisms and Protection. *Anesth Analg* 2020;131:1693–707. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005175>.
- [19] Méndez Hernández R, Ramasco Rueda F. Biomarkers as Prognostic Predictors and Therapeutic Guide in Critically Ill Patients: Clinical Evidence. *J Pers Med* 2023;13. <https://doi.org/10.3390/jpm13020333>.
- [20] El-Menyar A, Mekkodathil A, Al-Ansari A, Asim M, Elmenyar E, Rizoli S, et al. Platelet-Lymphocyte and Neutrophil-Lymphocyte Ratio for Prediction of Hospital Outcomes in Patients with Abdominal Trauma. *Biomed Res Int* 2022;2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5374419>.
- [21] Uzun H, Fenercioglu AK, Senyigit A, Can G. Relationship Between Nutritional Status and Systemic Immune–Inflammation Indices Across BMI Categories. *Nutrients* 2025;17. <https://doi.org/10.3390/nu17233799>.
- [22] Eren A, Giray S. Value of the red blood cell distribution width (RDW) and neutrophil lymphocyte ratio (NLR) in the prediction of functional recovery and 3-month mortality following endovascular treatment for acute anterior circulation ischemic stroke. *Heliyon* 2024;10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38030>.
- [23] Hu B, Yang XR, Xu Y, Sun YF, Sun C, Guo W, et al. Systemic immune-inflammation index predicts prognosis of patients after curative resection for hepatocellular carcinoma. *Clinical Cancer Research* 2014;20:6212–22. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-14-0442>.
- [24] Zahorec R. Neutrophil-to-lymphocyte ratio, past, present and future perspectives. *Bratislava Medical Journal* 2021;122:474–88. https://doi.org/10.4149/BLL_2021_078.
- [25] Xie S, Wu Q. Association between the systemic immune-inflammation index and sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 2024;19. <https://doi.org/10.1186/s13018-024-04808-7>.
- [26] Zhang J, Wang Y, Liu H, Lei Z, Cheng S, Cao H. The association between eight complete blood count-derived inflammatory markers and muscle health. *Front Nutr* 2025;12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1498757>.

- [27] Pacifico J, Geerlings MAJ, Reijnierse EM, Phassouliotis C, Lim WK, Maier AB. Prevalence of sarcopenia as a comorbid disease: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol* 2020;131. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110801>.
- [28] Malmstrom TK, Morley JE. SARC-F: A simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14:531–2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.018>.
- [29] Barbosa-Silva TG, Menezes AMB, Bielemann RM, Malmstrom TK, Gonzalez MC. Enhancing SARC-F: Improving Sarcopenia Screening in the Clinical Practice. *J Am Med Dir Assoc* 2016;17:1136–41. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.08.004>.
- [30] Javed H, Olanrewaju OA, Ansah Owusu F, Saleem A, Pavani P, Tariq H, et al. Challenges and Solutions in Postoperative Complications: A Narrative Review in General Surgery. *Cureus* 2023. <https://doi.org/10.7759/cureus.50942>.
- [31] Wathson Feitosa de Carvalho RI, Umberto Pereira CI, Rodrigues Laureano Filho III J, Cavalcanti do Egito Vasconcelos BI. The Surgical Patient. Parte I. 2010.
- [32] Li R, Ye JJ, Gan L, Zhang M, Sun D, Li Y, et al. Traumatic inflammatory response: pathophysiological role and clinical value of cytokines. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2024;50:1313–30. <https://doi.org/10.1007/s00068-023-02388-5>.
- [33] Shanmugalingam A, Choi JDW, Mohtashami A, Fok KY, Ravindran P, Lynch AC, et al. Comparative analysis of surgical inflammatory response with C-reactive protein post robotic versus laparoscopic elective colorectal resection for colorectal tumour. *Laparosc Endosc Robot Surg* 2026. <https://doi.org/10.1016/j.lers.2026.01.001>.
- [34] Alazawi W, Pirmadjid N, Lahiri R, Bhattacharya S. Inflammatory and immune responses to surgery and their clinical impact. *Ann Surg* 2016;264:73–80. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001691>.
- [35] Emgin Ö, Kılıç ER, Taşkıran İ, Haftacı E, Ata A, Yılmaz M. Systemic Inflammation Index (SII) as a Predictor of Mortality in Intensive Care Units. *Biomedicines* 2025;13. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13071669>.
- [36] Lingitz MT, Wollner G, Bauer J, Kuehtreiber H, Mildner M, Copic D, et al. Elevation of neutrophil-derived factors in patients after multiple trauma. *J Cell Mol Med* 2023;27:1859–66. <https://doi.org/10.1111/jcmm.17786>.

- [37] Gupta A, Gupta E, Hilsden R, Hawel JD, Elnahas AI, Schlachta CM, et al. Preoperative malnutrition in patients with colorectal cancer. *Canadian Journal of Surgery* 2021;64:E621–9. <https://doi.org/10.1503/cjs.016820>.
- [38] Cai X, Shen W, Guo Z, Li Y, Cao L, Gong J, et al. Thickness of subcutaneous fat is a predictive factor of incisional surgical site infection in Crohn's disease surgery: A retrospective study. *Gastroenterol Res Pract* 2018;2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1546075>.
- [39] Zhu X, Han J, Long C, Cao W, Xu S, Ruan Y. Impact of inflammatory biomarkers and surgical interventions on one-month recovery after rib fractures: A propensity-matched cohort study. *Surg Open Sci* 2025;28:49–62. <https://doi.org/10.1016/j.sopen.2025.10.009>.
- [40] Zheng C, Ge Q, Luo C, Hu L, Shen Y, Xue Q. Enteral nutrition improves the prognosis and immune nutritional status of patients in the cardiothoracic surgery recovery unit: A propensity score-matched analysis. *Clinical Nutrition* 2022;41:2699–705. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.10.012>.
- [41] Marshall S. Protein-energy malnutrition in the rehabilitation setting: Evidence to improve identification. *Maturitas* 2016;86:77–85. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2016.01.014>.
- [42] Victor DW, Zanetto A, Montano-Loza AJ, Heimbach JK, Towey J, Spiro M, et al. The role of preoperative optimization of the nutritional status on the improvement of short-term outcomes after liver transplantation? A review of the literature and expert panel recommendations. *Clin Transplant* 2022;36. <https://doi.org/10.1111/ctr.14647>.
- [43] Liu X, Zeng W, Long Z, He C, Liu Y, Wang K, et al. Preoperative nutritional status in vascular surgery inpatients. *Sci Prog* 2025;108. <https://doi.org/10.1177/00368504251390583>.
- [44] Tsantes AG, Papadopoulos D V., Lytras T, Tsantes AE, Mavrogenis AF, Korompilias A V., et al. Association of malnutrition with periprosthetic joint and surgical site infections after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hospital Infection* 2019;103:69–77. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.04.020>.
- [45] Pironi L, Sasdelli AS, Ravaioli F, Baracco B, Battaiola C, Bocedi G, et al. Malnutrition and nutritional therapy in patients with SARS-CoV-2 disease. *Clinical Nutrition* 2021;40:1330–7. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.08.021>.
- [46] Bossi P, Delrio P, Mascheroni A, Zanetti M. The spectrum of malnutrition/cachexia/sarcopenia in oncology according to different cancer

- types and settings: A narrative review. *Nutrients* 2021;13. <https://doi.org/10.3390/nu13061980>.
- [47] Bazurro S, Ball L, Pelosi P. Perioperative management of obese patient. *Curr Opin Crit Care* 2018;24:560–7. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000555>.
- [48] Montano-Loza AJ, Angulo P, Meza-Junco J, Prado CMM, Sawyer MB, Beaumont C, et al. Sarcopenic obesity and myosteatosis are associated with higher mortality in patients with cirrhosis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2016;7:126–35. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12039>.
- [49] Dalimunthe A, Tan MW, Lu FC, Angiosaki Y, Usman AN, Nugraha SE, et al. Immunonutrients as modulators of inflammation, barrier integrity, and immune regulation: Toward precision nutrition. *J Funct Foods* 2026;136. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2025.107119>.
- [50] SONG Y, LI C, FANG Y, SHEN Z, GE X, WANG R, et al. Inflammatory cytokine profile in non-small cell lung Cancer (NSCLC) patients during early enhanced recovery after surgery (ERAS) period and its relation to hospital length of stay. *Cytokine* 2025;190. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2025.156918>.
- [51] Martinez Ugarte S, Fajemisin MO, Guy-Frank CJ, Klugh JM, Zhang X, Fox EE, et al. Is there an association between inflammatory biomarkers and organ space surgical site infection after emergency laparotomy in massively transfused trauma patients? *Am J Surg* 2025;244. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2024.116106>.
- [52] Kilinc A, Tas N, Urkmez M, Canakci E, Coskun I, Demirhan ME. Effects of Prognostic Nutrition Index, Neutrophil/ Lymphocyte Ratio, and C-reactive Protein/Albumin Ratio on Prognosis Undergoing Open Heart Surgery. *Haseki Tip Bulteni* 2024;62:295–302. <https://doi.org/10.4274/haseki.galenos.2024.9873>.
- [53] Lagunas-Rangel FA. Neutrophil-to-lymphocyte ratio in aging: Trends and clinical implications. *Exp Gerontol* 2025;211. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2025.112908>.
- [54] Zhou W, Wang H, Li C, Ma QM, Gu YH, Sheng SY, et al. Alterations in novel inflammatory biomarkers during perioperative cardiovascular surgeries involving cardiopulmonary bypass: a retrospective propensity score matching study. *Front Cardiovasc Med* 2024;11. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1433011>.

- [55] Rathore SS, Oberoi S, Iqbal K, Bhattar K, Benítez-López GA, Nieto-Salazar MA, et al. Prognostic value of novel serum biomarkers, including C-reactive protein to albumin ratio and fibrinogen to albumin ratio, in COVID-19 disease: A meta-analysis. *Rev Med Virol* 2022;32. <https://doi.org/10.1002/rmv.2390>.
- [56] Wen Y, Zhan X, Wang N, Peng F, Feng X, Wu X. Monocyte/Lymphocyte Ratio and Cardiovascular Disease Mortality in Peritoneal Dialysis Patients. *Mediators Inflamm* 2020;2020:1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/9852507>.
- [57] Jiang D, Bian T, Shen Y, Huang Z. Association between admission systemic immune-inflammation index and mortality in critically ill patients with sepsis: a retrospective cohort study based on MIMIC-IV database. *Clin Exp Med* 2023;23:3641–50. <https://doi.org/10.1007/s10238-023-01029-w>.
- [58] Liu Z, Zheng L. Associations between SII, SIRI, and cardiovascular disease in obese individuals: a nationwide cross-sectional analysis. *Front Cardiovasc Med* 2024;11. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1361088>.
- [59] Sager HB, Koenig W. Immune cell-based cardiovascular risk assessment: spotlight on the neutrophil-lymphocyte ratio. *Eur Heart J* 2021;42:904–6. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa1104>.
- [60] Tan S, Zheng Q, Zhang W, Zhou M, Xia C, Feng W. Prognostic value of inflammatory markers NLR, PLR, and LMR in gastric cancer patients treated with immune checkpoint inhibitors: a meta-analysis and systematic review. *Front Immunol* 2024;15. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1408700>.
- [61] Song M, Graubard BI, Rabkin CS, Engels EA. Neutrophil-to-lymphocyte ratio and mortality in the United States general population. *Sci Rep* 2021;11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79431-7>.
- [62] Firment J, Hulin I. Zahorec index or Neutrophil-to-lymphocyte ratio, valid biomarker of inflammation and immune response to infection, cancer and surgery. *Bratislava Medical Journal* 2024;125:75–83. https://doi.org/10.4149/BLL_2024_012.
- [63] Choi SH, Kim JH, Lim S, Lim JY, Kim KW, Park KS, et al. Monocyte count as a predictor of cardiovascular mortality in older Korean people. *Age Ageing* 2017;46:433–8. <https://doi.org/10.1093/ageing/afw226>.
- [64] Liu W, Weng S, Cao C, Yi Y, Wu Y, Peng D. Association between monocyte-lymphocyte ratio and all-cause and cardiovascular mortality in patients with chronic kidney diseases: A data analysis from national health and

- nutrition examination survey (NHANES) 2003-2010. *Ren Fail* 2024;46. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2024.2352126>.
- [65] Smith RA, Bosonnet L, Ghaneh P, Sutton R, Evans J, Healey P, et al. The platelet-lymphocyte ratio improves the predictive value of serum CA19-9 levels in determining patient selection for staging laparoscopy in suspected periampullary cancer. *Surgery* 2008;143:658–66. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2007.12.014>.
- [66] Valga F, Monzón T, Henriquez F, Antón-Pérez G. Índices neutrófilo-linfocito y plaqueta-linfocito como marcadores biológicos de interés en la enfermedad renal. *Nefrología* 2019;39:243–9. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2018.11.005>.
- [67] Azab B, Shah N, Akerman M, McGinn JT. Value of platelet/lymphocyte ratio as a predictor of all-cause mortality after non-ST-elevation myocardial infarction. *J Thromb Thrombolysis* 2012;34:326–34. <https://doi.org/10.1007/s11239-012-0718-6>.
- [68] Wang Q, Zhu D. The prognostic value of systemic immune-inflammation index (SII) in patients after radical operation for carcinoma of stomach in gastric cancer. *J Gastrointest Oncol* 2019;10:965–78. <https://doi.org/10.21037/jgo.2019.05.03>.
- [69] Ye Z, Hu T, Wang J, Xiao R, Liao X, Liu M, et al. Systemic immune-inflammation index as a potential biomarker of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med* 2022;9. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.933913>.
- [70] Alsabani M, Alotaibi B, Olayan L, Alghamdi A, Alshammasi M, Alqasir B, et al. The Value of Preoperative Systemic Immune-Inflammation Index as a Predictor of Prolonged Hospital Stay in Orthopedic Surgery: A Retrospective Study. *Int J Gen Med* 2023;Volume 16:4773–82. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s434630>.
- [71] Shi Q, Lv B, Feng S, Jiang S, Zeng Y, Song K. The systemic inflammation response index (SIRI) is associated with all-cause and cardiovascular mortality in maintenance hemodialysis patients. *Archives of Medical Science* 2025;21:1252–62. <https://doi.org/10.5114/aoms/194534>.
- [72] Huang S, Wang Y, Zhu J, Li S, Lin S, Xie W, et al. Systemic Inflammatory Response Index, a Potential Inflammatory Biomarker in Disease Severity of Myasthenia Gravis: A Pilot Retrospective Study. *J Inflamm Res* 2024;17:2563–74. <https://doi.org/10.2147/JIR.S449324>.

- [73] Salvagno GL, Sanchis-Gomar F, Picanza A, Lippi G. Red blood cell distribution width: A simple parameter with multiple clinical applications. *Crit Rev Clin Lab Sci* 2015;52:86–105. <https://doi.org/10.3109/10408363.2014.992064>.
- [74] Li N, Zhou H, Tang Q. Red Blood Cell Distribution Width: A Novel Predictive Indicator for Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases. *Dis Markers* 2017;2017. <https://doi.org/10.1155/2017/7089493>.
- [75] Lorente L, Martín MM, Ruiz C, Abreu-González P, Pérez-Cejas A, González-Rivero AF, et al. Red blood cell distribution width as mortality biomarker in patients with traumatic brain injury. *Acta Neurol Belg* 2021;121:715–20. <https://doi.org/10.1007/s13760-020-01409-z>.
- [76] Lin B, Fu ZY, Chen MH. Effect of Red Cell Distribution Width on the Prognosis of Patients with Traumatic Brain Injury: A Retrospective Cohort Study. *World Neurosurg* 2023;170:e744–54. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.11.104>.
- [77] Früh A, Frey D, Hilbert A, Jelgersma C, Uhl C, Nissimov N, et al. Preoperatively-determined Red Distribution Width (RDW) predicts prolonged length of stay after single-level spinal fusion in elderly patients. *Brain and Spine* 2024;4. <https://doi.org/10.1016/j.bas.2024.102827>.
- [78] Liu J, Li S, Zhang S, Liu Y, Ma L, Zhu J, et al. Systemic immune-inflammation index, neutrophil-to-lymphocyte ratio, platelet-to-lymphocyte ratio can predict clinical outcomes in patients with metastatic non-small-cell lung cancer treated with nivolumab. *J Clin Lab Anal* 2019;33. <https://doi.org/10.1002/jcla.22964>.
- [79] Brasil. RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012. Brasília: 2012.
- [80] Brasil. RESOLUÇÃO Nº 510, DE 7 DE ABRIL DE 2016. Brasília: 2016.
- [81] Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clinical Nutrition* 2003;22:415–21. [https://doi.org/10.1016/S0261-5614\(03\)00098-0](https://doi.org/10.1016/S0261-5614(03)00098-0).
- [82] Corrêa Ferreira D, Coelho Carvalho ES, Gomes Bispo M. Sarcopenia classificação, diagnóstico e prevenção da doença. *Unidade de Comunicação Do Conselho Regional de Nutricionistas Da 9º Região* 2021:12–4.
- [83] Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating Stature from Knee Height for Persons 60 to 90 Years of Age. *J Am Geriatr Soc* 1985;33:116–20. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1985.tb02276.x>.

- [84] Chumlea WC, Guo S, Roche AF, Steinbaugh ML. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. *J Am Diet Assoc* 1988;88:564–8. [https://doi.org/10.1016/s0002-8223\(21\)02009-5](https://doi.org/10.1016/s0002-8223(21)02009-5).
- [85] World Health Organization. Obesity and overweight. World Health Organization 2025. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed May 5, 2026).
- [86] da Silva VS, Vieira MFS. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 2020;22:e70517. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020V22E70517>.
- [87] Compher C, Cederholm T, Correia MITD, Gonzalez MC, Higashiguch T, Shi HP, et al. Guidance for assessment of the muscle mass phenotypic criterion for the Global Leadership Initiative on Malnutrition diagnosis of malnutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2022;46:1232–42. <https://doi.org/10.1002/jpen.2366>.
- [88] Costa Pereira JP da, Gonzalez MC, Prado CM, Cabral PC, Nascimento TG do, Nascimento MK do, et al. Body mass index-adjusted calf circumference is associated with mortality in hospitalized older patients with excess weight. *Nutrition* 2024;125. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2024.112505>.
- [89] Pagotto V, Santos KF Dos, Malaquias SG, Bachion MM, Silveira EA. Calf circumference: clinical validation for evaluation of muscle mass in the elderly. *Rev Bras Enferm* 2018;71:322–8. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0121>.
- [90] Compher C, Cederholm T, Correia MITD, Gonzalez MC, Higashiguch T, Shi HP, et al. Guidance for assessment of the muscle mass phenotypic criterion for the Global Leadership Initiative on Malnutrition diagnosis of malnutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2022;46:1232–42. <https://doi.org/10.1002/jpen.2366>.
- [91] Costa Pereira JP da, Gonzalez MC, Prado CM, Cabral PC, Nascimento TG do, Nascimento MK do, et al. Body mass index-adjusted calf circumference is associated with mortality in hospitalized older patients with excess weight. *Nutrition* 2024;125. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2024.112505>.
- [92] do Nascimento MK, Costa Pereira JP da, de Araújo JO, Gonzalez MC, Fayh APT. Exploring the role of body mass index-adjusted calf circumference within the SARC-CalF screening tool among older patients with cancer.

Journal of Nutrition, Health and Aging 2024;28.
<https://doi.org/10.1016/j.jnha.2024.100251>.

- [93] Shiratori AP, Da R, Iop R, Gomes N, Júnior B, Domenech SC, et al. Protocolos de avaliação da força de preensão manual em indivíduos com artrite reumatoide: uma revisão sistemática. Rev Bras Reumatol 2014;54:140–7. <https://doi.org/10.1016/J.RBR.2014.03.009>.
- [94] Morin M, Duchesne E, Bernier J, Blanchette P, Langlois D, Hébert LJ. What is Known About Muscle Strength Reference Values for Adults Measured by Hand-Held Dynamometry: A Scoping Review. Arch Rehabil Res Clin Transl 2022;4. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100172>.
- [95] IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows 2011.

5 Resultados

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de dois artigos científicos. O primeiro produto consiste em uma revisão sistemática intitulada "*Systemic Immune-Inflammation Index for Clinical Outcomes in Surgical ICU Patients: A Systematic Review*", submetida à revista *Biomarkers* (Submission ID: 269182739), atualmente em processo de avaliação por pares, conforme comprovante de submissão anexo (ANEXO B).

O segundo produto consiste em um artigo original intitulado "*Systemic Immune-Inflammation Index Is Independently Associated with Sarcopenia Risk in Patients Undergoing Elective Surgery*", elaborado a partir dos dados primários coletados durante o desenvolvimento desta dissertação.

6 Conclusão

Os achados desta dissertação, à luz da revisão sistemática e do estudo transversal conduzido, reforçam o papel do SII como biomarcador prognóstico relevante no contexto cirúrgico. A revisão sistemática evidenciou que valores elevados de SII associaram-se a piores desfechos clínicos em pacientes cirúrgicos criticamente enfermos, enquanto o estudo transversal demonstrou associação independente entre esse índice e o risco de

sarcopenia em cirurgia eletiva, mesmo após ajuste para fatores de confusão, ainda que com capacidade discriminatória modesta. Em conjunto, essas evidências reforçam que o quadro inflamatório sistêmico compromete a recuperação e o prognóstico do paciente cirúrgico, impactando tanto a evolução clínica imediata quanto a reserva funcional e nutricional, o que reforça a necessidade de investigações mais aprofundadas sobre os índices inflamatórios derivados do hemograma, de modo a consolidar seu papel na estratificação de risco e subsidiar sua incorporação como ferramentas simples, acessíveis e de baixo custo na prática clínica e nutricional perioperatória.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UFJF - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - MG



Pesquisador Responsável: Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti

Endereço: Campus Universitário – Departamento de Nutrição - Rua José Lourenço Kelmer, s/n – São Pedro, Juiz de Fora – MG - CEP: 36036-900. Tel: 32 21023234.

E-mail: sheila.dutra@ufjf.edu.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Avaliação da correlação do risco nutricional com parâmetros clínicos e nutricionais de pacientes internados no HU-UFJF/Ebserh”**. Neste estudo pretendemos correlacionar os resultados da triagem nutricional com o estado clínico e nutricional de pacientes internados no HU-UFJF/EBSERH. Para este estudo faremos: medição do peso, altura, circunferência do braço, altura do joelho e da força de preensão palmar; aplicação de um questionário para avaliar o risco nutricional, que apresenta informações como o Índice de Massa Corporal (IMC), perda de peso, redução da ingestão alimentar e presença de doença grave; será avaliado também risco de sarcopenia (perda de força e função muscular) por um questionário. Serão coletadas informações do prontuário (sexo, idade, história da doença, nº de doenças, exames bioquímicos, tempo de internação e o que ocorreu na alta). Os procedimentos apresentam riscos mínimos ao paciente. Pode haver cansaço ou aborrecimento ao responder questionários ou algum tipo de constrangimento ao realizar as medidas, mas ressalta-se que será respeitado sua condição clínica e vontade de responder as perguntas e realizar as medidas. Não será utilizado nenhum método invasivo, nem gravações de áudio ou vídeo. Serão respeitadas as dificuldades de locomoção, risco de queda, atraso ou dificuldade na fala, problemas cognitivos, entre outros. Além disso, serão garantidos o anonimato e a privacidade dos pacientes. Os benefícios esperados com o estudo são a identificação precoce dos usuários em risco nutricional, bem como a intervenção nutricional adequada. Além disso, será possível identificar fatores associados as alterações de estado nutricional durante a internação. Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, no HU-UFJF/Ebserh e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo **“Avaliação da correlação do risco nutricional com parâmetros clínicos e nutricionais de pacientes internados no Hospital Universitário-UFJF/Ebserh”**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2022.

_____ Nome e assinatura do(a) participante	_____ Data
_____ Nome e assinatura do(a) pesquisador	_____ Data
_____ Nome e assinatura da testemunha	_____ Data

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa HU-UFJF:

Rua Catulo Breviglieri, s/nº - Bairro Santa Catarina

CEP.: 36036-110 - Juiz de Fora – MG

Telefone: 4009-5167

E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

Anexo A – Parecer Comitê de Ética em Pesquisa



UFJF - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - MG



DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da correlação do risco nutricional com parâmetros clínicos e nutricionais de pacientes internados no Hospital Universitário-UFJF/Ebserh

Pesquisador: Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 48325121.6.0000.5133

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: EMPRESA BRASILEIRA DE SERVICOS HOSPITALARES – EBSERH

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.059.967

Apresentação do Projeto:

É reconhecido influência do estado nutricional sobre a evolução clínica de indivíduos hospitalizados, todo esforço deve ser realizado para reconhecer e identificar precocemente os que apresentam risco nutricional ou desnutrição, possibilitando que intervenções nutricionais sejam implementadas precocemente. Desta forma, o presente estudo objetiva correlacionar os resultados da triagem nutricional com variáveis de desfecho clínico e nutricional de pacientes internados no HU- UFJF/EBSERH. Para tanto, este estudo de caráter descritivo longitudinal prospectivo, avaliará dados de todos os pacientes acima de 18 anos, de ambos os sexos, admitidos nas enfermarias de clínica médica e cirúrgica e na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF-EBSERH. Serão coletados os seguintes dados: sexo, idade, história da doença atual, comorbidades, sinais vitais, exames bioquímicos, tempo de internação, uso de ventilação mecânica, desfecho clínico, peso corporal, estatura, perímetro braquial, força de preensão palmar, adequação proteico-calórica, data de início e fim da terapia nutricional (TN), motivo da finalização da TN, complicações da TN. Também serão avaliados o risco nutricional e risco de sarcopenia por questionários específicos e validados.

Objetivo da Pesquisa:

Correlacionar os resultados da triagem nutricional com variáveis de desfecho clínico e nutricional de pacientes internados no hospital universitário da UFJF/EBSERH.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os procedimentos a serem realizados apresentam riscos mínimos ao paciente. Pode haver cansaço ou aborrecimento ao responder questionários ou algum tipo de constrangimento ao realizar exames antropométricos, mas ressalta-se que será respeitada sua condição clínica e vontade de responder as perguntas e realizar as medidas. Não será utilizado nenhum método invasivo, nem gravações de áudio ou vídeo. Serão respeitadas as vulnerabilidades de cada paciente como dificuldade de locomoção, risco de queda, atraso ou dificuldade na fala, problemas cognitivos, entre outros. Além disso, serão garantidos o anonimato e a privacidade dos pacientes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS, segundo este relator, aguardando a análise do Colegiado. Data prevista para o término da pesquisa: //

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1714599.pdf	06/10/2021 14:43:14		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetocronoatualizado.pdf	06/10/2021 14:42:27	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	Termooutorga.pdf	11/08/2021 16:32:18	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	Cartarespostapendencias.pdf	04/08/2021 12:10:37	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLENOVO.pdf	04/08/2021 11:36:56	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	Naylanovo.pdf	21/06/2021 18:36:05	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	cartacorreta.pdf	10/06/2021 15:18:12	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	10/06/2021 15:16:51	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Folha de Rosto	Folharosto5.pdf	10/06/2021 15:15:49	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	Termoconfidenc.pdf	31/05/2021 14:18:29	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito

Outros	DeclaracaocompromPesquisado.pdf	31/05/2021	Sheila Cristina	Aceito
		14:17:18	Potente Dutra Luquetti	

Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoinfraestruturaeconcordancia.pdf	31/05/2021 14:12:29	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	CLGerleane.pdf	13/05/2021 11:44:44	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	CLClorisan.pdf	13/05/2021 11:44:14	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	CLAline.pdf	13/05/2021 11:43:50	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	CLMario.pdf	13/05/2021 11:43:15	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	CLMaria.pdf	13/05/2021 11:42:54	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	CLSheila.pdf	13/05/2021 11:40:14	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	ComprovanteCadastroProjeto.pdf	11/03/2021 18:09:03	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito
Outros	ComprovanteCadastroPesquisador.pdf	11/03/2021 18:08:35	Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti	Aceito

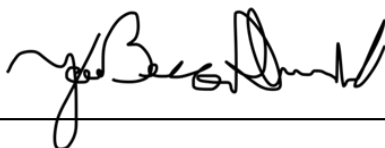
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 25 de Outubro de 2021



Assinado por:

João Beccon de Almeida Neto (Coordenador)

**Anexo B – Print de submissão da Revisão
Sistemática**



Biomarkers

**Systemic Immune-Inflammation Index for Clinical Outcomes in Surgical ICU
Patients: A Systematic Review**

Submission ID	269182739
Article Type	Review
Keywords	Systemic Immune-Inflammation Index, Critically ill, Surgery, Intensive Care Unit, Inflammation
Authors	Maria Raquel Oliveira Castro, Poliana Brasiel, Sheila Cristina Potente Dutra Luquetti

For any queries please contact:

IBMK-peerreview@journals.tandf.co.uk

Note for Reviewers:

To submit your review please visit <https://mc.manuscriptcentral.com/tbmK>

Anexo C- Declaração de uso de Inteligência Artificial

Durante a preparação deste trabalho, as autoras utilizaram as ferramentas de inteligência artificial Claude (modelo Claude Sonnet 4.5, desenvolvido pela Anthropic PBC), utilizado no período de [abril/2026] a [julho/2026], e ChatGPT (versão gratuita, acessada on-line, desenvolvido pela OpenAI), utilizado no período de [outubro/2025] a [julho/2026]. Essas ferramentas foram empregadas como auxílio na criação gráfica de imagens e figuras, bem como na tradução do texto para a língua inglesa, com a finalidade de garantir maior coerência terminológica e fluidez textual, em conformidade com as convenções da redação científica internacional. Após a utilização dessas ferramentas, as autoras revisaram e editaram criticamente todo o conteúdo gerado, verificando sua exatidão técnica e científica, e assumem total responsabilidade pelo conteúdo final desta publicação.