

Cardiotoxicidad inducida por quimioterapia en pacientes con cáncer: estudio observacional en un hospital de referencia oncológica en el sudeste de Brasil*


Karoline Neumann^{1,2}

 <https://orcid.org/0009-0003-8141-5880>

Karolini Zuqui Nunes¹

 <https://orcid.org/0000-0003-3433-4925>


Wesley Rocha Grippa¹

 <https://orcid.org/0000-0003-3572-6031>


Naira Santos D'Agostini³

 <https://orcid.org/0009-0003-2070-6262>

Sara Isabel Pimentel de Carvalho Schuab¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8372-325X>

Luís Carlos Lopes-Júnior^{1,4}

 <https://orcid.org/0000-0002-2424-6510>

Destacados: (1) Los pacientes con antraciclinas y taxanos tienen un mayor riesgo de cardiotoxicidad. (2) La proteína C reactiva aumentó en la primera infusión de quimioterapia. (3) Los índices neutrófilo-linfocito (INL) y plaqueta-linfocito (IPL) son elevados en hasta el 27% de los pacientes antes del inicio del tratamiento. (4) La estratificación temprana del riesgo permite el manejo de la cardiotoxicidad. (5) El uso de biomarcadores amplía el potencial de la Enfermería de Precisión en la atención personalizada.

Objetivo: evaluar el perfil clínico, inflamatorio y electrocardiográfico de pacientes con cáncer en la fase pre-quimioterapia, con el objetivo de identificar tempranamente signos indicativos de toxicidad cardiovascular. **Método:** estudio observacional, transversal, realizado entre noviembre de 2022 y diciembre de 2023, con adultos con cáncer en estadios I a III, tratados en un hospital del sudeste de Brasil. Se recolectaron datos sociodemográficos, clínicos y tumorales, además de pruebas de laboratorio y electrocardiográficas realizadas antes de la primera infusión de quimioterapia. Se realizaron análisis descriptivos utilizando el *software* R. **Resultados:** participaron 84 pacientes, la mayoría mujeres (72,6%) con diagnóstico de cáncer de mama (57,1%). Hubo una prevalencia de inflamación sistémica, con proteína C reactiva elevada en 35,7%, una relación neutrófilos-linfocitos aumentada en 23,5% y una relación plaquetas-linfocitos en 27,2%. Se observó una asociación significativa entre el índice de masa corporal elevado y las alteraciones de la onda T ($p=0,005$). Aunque 10 pacientes presentaron un intervalo QT corregido prolongado, no se identificaron otras asociaciones estadísticamente significativas. **Conclusión:** la fase pre-quimioterapia reveló alteraciones inflamatorias y electrocardiográficas relevantes, incluso en ausencia de cardiotoxicidad establecida. Estos hallazgos refuerzan la importancia de la evaluación cardiovascular basal y la monitorización multidisciplinaria en cardiología oncológica, especialmente en pacientes con factores de riesgo modificables. Se recomiendan estudios longitudinales para dilucidar las trayectorias clínicas y pronósticas de estas alteraciones.

Descriptor: Neoplasias; Antineoplásicos; Factores de Riesgo de Enfermedad Cardíaca; Biomarcadores; Electrocardiograma; Cardiotoxicidade.

* Apoyo financiero de la Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), proceso nº 2021-5BDLS, Brasil.





¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.

² Becaria de la Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), Brasil.

³ Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Enfermagem, Vitória, ES, Brasil.

⁴ Becario del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

Cómo citar este artículo

Neumann K, Nunes KZ, Grippa WR, D'Agostini NS, Schuab SIPC, Lopes-Júnior LC. Chemotherapy-induced cardiotoxicity in cancer patients: an observational study at an Oncology reference hospital from southeastern Brazil. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2026;34:e4774 [cited   ]. Available from:  <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7472.4774>

Introducción

A nivel mundial, las enfermedades no transmisibles (ENT) son las principales causas de morbilidad y mortalidad de la población. Esto se debe a la transición demográfica que contribuye al envejecimiento poblacional, junto con la transición epidemiológica marcada por patrones cambiantes de enfermedad y mortalidad, y se considera un importante desafío mundial⁽¹⁾. Entre las ENT, las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) se destacan en términos de mortalidad a nivel mundial, siendo las enfermedades cardiovasculares (ECV) la principal causa de muerte, al representar casi 18 millones de muertes⁽²⁾, seguidas de las neoplasias, que representan casi 10 millones de muertes. En la mayoría de los países, el cáncer es la primera o segunda causa principal de muerte antes de los 70 años⁽³⁾.

En los últimos años, se han producido avances significativos en el tratamiento del cáncer gracias al descubrimiento de nuevos fármacos y terapias que mejoran el pronóstico de los pacientes oncológicos⁽⁴⁻⁵⁾. Sin embargo, a pesar de los beneficios, las enfermedades cardiovasculares se han convertido en uno de los principales efectos adversos de la terapia antineoplásica, contribuyendo a la morbilidad y mortalidad de los pacientes⁽⁴⁻⁶⁾. Si bien los agentes quimioterapéuticos desempeñan un papel importante en el pronóstico de estos pacientes, el uso de algunas clases de agentes quimioterapéuticos ha provocado un aumento de los casos de efectos secundarios y complicaciones cardiovasculares, siendo el desarrollo de cardiotoxicidad inducida por agentes quimioterapéuticos la ocurrencia más común, que se extiende después del tratamiento⁽⁶⁾.

La Sociedad Europea de Cardiología (*European Society of Cardiology*, ESC) define la toxicidad cardiovascular (TCV) como una lesión cardíaca tanto funcional cuanto estructural condicionada por el tratamiento oncológico (quimioterapia, radioterapia o el propio cáncer)⁽⁷⁻⁸⁾. Además, la TCV puede dividirse en aguda, subaguda o tardía, en la que los signos y síntomas de esta toxicidad pueden aparecer varios años después del tratamiento del paciente oncológico, afectando las estructuras cardíacas y generando insuficiencia cardíaca (IC), enfermedad coronaria, valvulopatía, arritmias, enfermedad de la conducción cardíaca y enfermedad pericárdica⁽⁸⁾.

La cardiotoxicidad, en un inicio, significaba caída de la fracción de eyección, sin embargo, la I Directriz Brasileña de Cardio-Oncología de la Sociedad Brasileña de Cardiología redefinió esta condición como: miocardiopatía con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) disminuida; síntomas de IC; signos condicionados por la IC; reducción de la FEVI de 5% a menos de 55% cuando se compara con el valor basal y presentar signos

o síntomas de IC, o disminución de 10% de la FEVI a menos de 55% sin signos o síntomas simultáneos⁽⁹⁻¹⁰⁾.

La aparición de toxicidad cardíaca durante el tratamiento del cáncer puede limitar el tratamiento, lo que puede provocar su interrupción o suspensión y empeorar los resultados clínicos de los pacientes⁽¹¹⁾. El seguimiento de las enfermedades cardíacas y de los factores de riesgo es esencial y puede mejorar el pronóstico del paciente⁽⁷⁾.

A pesar de los recientes avances en la comprensión de la cardiotoxicidad inducida por antineoplásicos, la mayoría de los estudios se centran en resultados clínicos tardíos o en poblaciones que ya sometidas a múltiples ciclos de tratamiento, lo que deja una brecha significativa en el perfil cardiovascular basal de los pacientes con cáncer antes del inicio de la quimioterapia. Como señala una revisión sistemática⁽¹²⁾, si bien existe amplia documentación sobre la cardiotoxicidad en pacientes con cáncer hematológico, faltan estudios que investiguen los cambios inflamatorios y electrocardiográficos tempranos en poblaciones con neoplasias sólidas, especialmente en Latinoamérica y en los servicios públicos de referencia oncológica.

En este sentido, nuestro estudio se distingue por su originalidad al evaluar marcadores inflamatorios y cambios electrocardiográficos en la fase pre-quimioterapia en pacientes con cáncer en estadios tempranos a intermedios (estadios I a III), contribuyendo a la detección temprana de posibles signos de cardiotoxicidad incluso antes de la exposición acumulada a la terapia antineoplásica. Este es, por lo tanto, un estudio original que busca ampliar la comprensión de la fase basal del recorrido cardio-oncológico, con potencial impacto en la estratificación del riesgo y la planificación de cuidados multiprofesionales. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar los perfiles clínicos, inflamatorios y electrocardiográficos de pacientes con cáncer en la fase pre-quimioterapia, con el objetivo de alcanzar la identificación temprana de signos indicativos de toxicidad cardiovascular.

Método

Diseño del estudio

Estudio observacional transversal, realizado de conformidad con lo dispuesto por el método STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*)⁽¹³⁾ para garantizar la transparencia y calidad en la presentación de datos y resultados.

Escenario

Esta investigación se llevó a cabo en Afec-Hospital Santa Rita de Cássia (HSRC), único Centro de Alta

Complejidad en Oncología (CACON) de Espírito Santo, Brasil - referencia en el estado en tratamiento oncológico para todo Espírito Santo, el sur de Bahía, el este de Minas Gerais y el norte de Río de Janeiro⁽¹⁴⁾- de noviembre de 2022 a diciembre de 2023.

Participantes

Fueron seleccionadas personas de ambos sexos mayores de 18 años con diagnóstico anatomopatológico de neoplasias malignas en estadio I, II o III, independientemente del tipo de tumor, y solo casos nuevos de pacientes sometidos a quimioterapia ambulatoria. Se excluyó a los participantes con enfermedad en estadio IV, a quienes recibían cuidados paliativos exclusivos y a quienes presentaban más de un tumor primario.

Variables

Los datos sociodemográficos y la caracterización tumoral se obtuvieron exclusivamente a través de las historias clínicas y un cuestionario semiestructurado. Se tomaron muestras de sangre para la evaluación de biomarcadores: hs-PCR y Troponina I (variables de resultado). Los análisis de biomarcadores se realizaron en el Laboratorio Tomasi, ubicado en Afecc-HSRC. Cabe destacar que los hemogramas completos eran rutinarios en el hospital, por lo que la información se extrajo directamente de las historias clínicas de los pacientes. Para la toma de sangre, cada participante donó una muestra de sangre venosa periférica (4 ml), obtenida mediante venopunción en la fosa cubital. Para este fin, se utilizaron tubos de vacío *Vacutainer® ethyldiamine tetra-acetic acid* (EDTA) [Becton Dickinson (BD), Franklin Lakes, NJ, EE. UU.]. Para la obtención del plasma, las muestras biológicas recolectadas se procesaron siguiendo el siguiente protocolo: centrifugando los tubos *Vacutainer* que contenían sangre durante 10 minutos a 4 C, 581,2 g/2000 rpm (Eppendorf Centrífuga 5810R). Posteriormente, se alicuotó el plasma con una pipeta y se transfirió a microtubos de almacenamiento. Todo el material alicuotado se conservó en el congelador a -80 C hasta la cuantificación de biomarcadores.

Los puntos de corte adoptados para los biomarcadores se definieron con base en guías clínicas y literatura científica actualizada. Para la proteína C reactiva de alta sensibilidad (hs-PCR), se utilizó la clasificación de la *American Heart Association* (AHA), que categoriza el riesgo cardiovascular como: riesgo bajo (<1 mg/dL), riesgo moderado (1–3 mg/dL) y riesgo alto (>3 mg/dL), respaldada por estudios clínicos y de laboratorio que validaron su uso pronóstico⁽¹⁵⁾. La

hs-PCR se obtuvo utilizando el ensayo *Multigent Vario Architect®* (Abbott Laboratories, Abbott Park, IL, EE. UU.), que es un inmunoensayo de látex. El límite inferior de detección es de 0,01 mg/dL. El coeficiente de variación total del ensayo es $\leq 6\%$ ⁽¹⁶⁾. La cuantificación de la proteína troponina I se realizó mediante inmunoensayo. La troponina I se considera el estándar de oro entre los marcadores bioquímicos de necrosis miocárdica, presentando una excelente sensibilidad y especificidad⁽¹⁷⁾. También se utiliza para el diagnóstico de infarto agudo de miocardio, ya que esta prueba bioquímica tiene un alto valor pronóstico en estos casos y también sirve para la estratificación del riesgo en síndromes coronarios agudos. Además, la troponina I sirve para detectar los efectos agudos de la lesión miocárdica relacionados con la toxicidad de la quimioterapia⁽¹⁸⁾. Un consenso del Comité de Expertos para el *Food and Drug Administration*, concluyó que la troponina I (cTnI) y la troponina T (cTnT) son biomarcadores sensibles, específicos y robustos de daño cardíaco y permiten la detección y cuantificación de daño y muerte celular relacionada con la prueba de nuevos fármacos⁽¹⁸⁾. Los valores de referencia para la troponina I cardíaca son, respectivamente: menos de 0,01 mg/L (por el método de ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas). En el caso de la troponina I, el límite inferior de detección del inmunoensayo de electroquimioluminiscencia utilizado en el presente estudio (<0,01 mg/L) se adoptó como el punto de referencia para la normalidad, según lo recomendado por estudios internacionales centrados en la cardiotoxicidad subclínica inducida por quimioterapia⁽¹⁸⁾.

El índice neutrófilo-linfocito (INL) se calculó dividiendo los recuentos absolutos de neutrófilos y linfocitos, y se clasificó como alto cuando $\geq 3,0$ y bajo cuando $< 3,0$, como se demostró en estudios de pacientes con cáncer de mama y otros tumores sólidos⁽¹⁹⁻²⁰⁾. El índice plaqueta-linfocito (IPL) se definió como alto cuando > 200 , lo que indica inflamación sistémica persistente y peor actividad antitumoral, como se demostró en investigaciones previas⁽²¹⁻²³⁾.

Fuentes de datos

Inicialmente, se analizaron las agendas de los oncólogos clínicos del Afecc-HSRC para identificar a los posibles pacientes con derivaciones para quimioterapia por primera vez. Tras la consulta con el oncólogo clínico, el paciente fue derivado al departamento de quimioterapia para su programación. En este punto, se contactó al paciente para invitarlo a participar en el estudio, de acuerdo con los criterios de elegibilidad. Durante este acercamiento inicial, se presentaron

los objetivos de la investigación y quienes aceptaron firmaron un Formulario de Consentimiento Libre e Informado. La recopilación de datos se llevó a cabo entre noviembre de 2022 y diciembre de 2023 y fue realizada por enfermeros oncológicos y estudiantes de grado de Enfermería y Obstetricia de la *Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)*, miembros del *Grupo de Estudos e Pesquisa em Oncologia (GEPONC)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)*, quienes fueron capacitados y supervisados por los investigadores principales. Participaron en la capacitación estudiantes de enfermería que hubiesen cursado las materias "Semiología y Semiótica" y "Enfermería Oncológica", impartidas por el investigador principal, así como los enfermeros oncológicos para organizar y guiar a todos los recopiladores de datos. La capacitación consistió en la administración grupal de los cuestionarios e instrumentos del proyecto, así como simulaciones de exámenes físicos y el uso estandarizado y correcto del electrocardiograma. Se invitó a un nutricionista, máster en Nutrición y miembro del GEPONC/CNPq, para realizar las simulaciones de mediciones antropométricas.

Los investigadores principales elaboraron un cuestionario sociodemográfico y clínico basado en una revisión sistemática de la literatura sobre el tema, así como en las variables clínicas y epidemiológicas contenidas en el Formulario de Registro de Tumores del Registro de Cáncer Hospitalario de la Afec (HSRC). Se accedió a las historias clínicas para obtener información más detallada sobre aspectos clínicos, tratamiento oncológico y datos del hemograma. Además, se realizó una consulta de enfermería que incluyó la recopilación de la historia clínica, la exploración física, la evaluación antropométrica y el electrocardiograma (ECG).

En el análisis del ECG se evaluaron las siguientes variables: duración del complejo QRS e intervalo QT corregido (QTc)⁽²⁴⁾. Según las Directrices de la Sociedad Brasileña de Cardiología (SBC), un QRS se considera ancho cuando su duración es mayor a 120 milisegundos (0,12 segundos). El intervalo QT corresponde al tiempo entre el inicio del complejo QRS y el final de la onda T, representando la duración total de la actividad eléctrica ventricular. Sin embargo, como el intervalo QT está directamente influenciado por la frecuencia cardíaca, es común utilizar el intervalo QT corregido (QTc), calculado por la fórmula de Bazett. Los valores de referencia para QTc varían según el sexo, considerándose normales hasta 450 milisegundos (ms) para hombres y hasta 470 ms para mujeres⁽²⁴⁾.

Los datos del cuestionario incluyeron: edad, sexo, raza declarada por el paciente, nivel educativo, estado

civil, tiempo transcurrido desde el diagnóstico hasta el inicio del tratamiento (en días), antecedentes y presencia de comorbilidades, tabaquismo, alcoholismo, Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) y estadificación. El examen físico incluyó un estudio cardiovascular (frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco, amplitud cardíaca, perfusión periférica, distensión yugular, edema de extremidades, *ictus cordis* y auscultación cardíaca) y una evaluación antropométrica (peso, altura, circunferencia abdominal y circunferencia de la cintura).

El examen cardiovascular consistió en inspección, palpación, percusión y auscultación, según lo estandarizado. Se realizó la inspección de la vena yugular para evaluar la presión venosa central e identificar signos de turgencia yugular. La frecuencia cardíaca (FC) se evaluó colocando las yemas de los dedos índice y medio en la región anterolateral de la muñeca y midiendo el número de latidos por minuto del pulso radial. El valor de referencia de la FC adoptado siguió la Guía Brasileña, con un rango entre 50 y 99 lpm⁽²⁴⁾ considerado normal. La palpación también evaluó la regularidad e irregularidad del ritmo cardíaco y la amplitud, observando cualquier anomalía. El *ictus cordis* se inspeccionó y palpó en el tórax entre el cuarto y quinto espacio intercostal izquierdo, a nivel de la línea medioclavicular izquierda.

La auscultación cardíaca se realizó con la ayuda de un estetoscopio doble (Bic® *Eternity*), que permitió identificar ruidos cardíacos normales (S1 o S2) o incluso la detección de ruidos anormales como soplos, chasquidos o murmullos. Para el ECG, se utilizó un electrocardiógrafo (Cardiocare 2000 12-channel Bionet®) con 12 derivaciones. Los participantes se tumbaban en la camilla, se quitaban la parte superior de la ropa y el recolector posicionaba los electrodos en el tórax (en las posiciones V1 a V6), las muñecas y los tobillos.

Los datos de la evaluación antropométrica se recogieron por triplicado, y el promedio se calculó utilizando mediciones estandarizadas. Para medir el peso, se utilizó una balanza (Omron®) con capacidad para 150 kg y precisión de 0,1 kg, en la que los participantes se colocaron de pie sobre el aparato, descalzos y con la mínima ropa posible. Para medir la altura, los pacientes permanecieron en posición erguida, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo y la mirada fija en el horizonte, y la medición se realizó con un estadiómetro portátil (Sanny®) con una precisión de 1 mm. Para medir la circunferencia abdominal (CA) y la circunferencia de la cintura (CC), se utilizó una cinta métrica inextensible e inelástica (Cescorf®). La CC se midió desde el punto medio entre la cresta ilíaca y el borde inferior de la

última costilla con los individuos en posición erguida, pies juntos, ropa superior levantada y brazos cruzados en la región del pecho. Del mismo modo, la CA se midió a la altura de la cicatriz umbilical.

Es de destacar que todos los biomarcadores y el ECG se recogieron al mismo tiempo para todos los pacientes, es decir, antes de la infusión de la primera sesión de quimioterapia ambulatoria, con el fin de minimizar el sesgo de medición.

Tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño muestral, se consideró la serie de casos del servicio donde se reclutaron los pacientes y de estudios previos realizados con pacientes en el Hospital mencionado⁽²⁵⁻²⁷⁾. Por lo tanto, considerando la incidencia estimada de cardiotoxicidad inducida por quimioterapia basada en la literatura científica en torno al 40%⁽²⁸⁻²⁹⁾ ($p=0,40$), se calculó el número de muestra, fijando α en el 5% (error tipo I) y teniendo en cuenta una potencia estadística de prueba del 80% ($\beta=0,20$). Además, se añadió un 20% al tamaño muestral en el cálculo considerando la probabilidad de pérdidas/abandonos. La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra fue propuesta inicialmente por Kish (1965): $n=N.Z^2.p.(1-p) / Z^2.p.(1-p) + e^2.N-1$ (n : muestra calculada, N : población, Z : variable normal, p : probabilidad real del evento, e : error de muestreo)⁽³⁰⁾.

Considerando la población de pacientes diagnosticados (solo casos nuevos) en Afec-Hospital Santa Rita de Cássia en 2022 ($n=3513$) sin el sesgo de la pandemia del nuevo coronavirus, y fijando α en 5% (error de muestreo), con nivel de confianza del 95% y porcentaje mínimo del 80% (considerando pérdidas del 20%), el tamaño de la muestra de esta investigación fue de 84 pacientes.

Análisis de datos

Las variables categóricas se presentaron como frecuencias absolutas y relativas, mientras que las variables numéricas se resumieron utilizando medidas de tendencia central (media y mediana) y dispersión (desviación estándar y rango intercuartil). Se utilizó la prueba exacta de Fisher para el análisis inferencial para evaluar posibles asociaciones entre parámetros electrocardiográficos, biomarcadores inflamatorios y características clínicas y sociodemográficas de los pacientes. El análisis de datos incluyó un total de 84 participantes, de acuerdo con el tamaño mínimo de

muestra estimado previamente. Sin embargo, algunos análisis inferenciales específicos mostraron pequeñas variaciones muestrales ($n<84$) debido a información faltante ocasional en ciertas pruebas de laboratorio o electrocardiográficas. Estos datos faltantes se debieron principalmente a errores técnicos en el procesamiento de las muestras, registro inconsistente o no disponibilidad de la recolección de muestras el mismo día del cribado clínico. Se consideró un nivel de significancia del 5% ($p<0,05$). Todos los análisis se realizaron utilizando el *software* R (versión 4.3.2) en el entorno *RStudio* (versión 2023.09.1 Build 494).

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación con CAAE: 56492222.6.0000.5060 y Dictamen No. 5,310,994. Se obtuvo también el permiso de la institución hospitalaria en los sectores pertinentes para la recolección de datos. Los participantes, tras expresar voluntariamente su deseo de participar en el estudio, firmaron el Formulario de Consentimiento Libre e Informado. Cabe señalar que el anonimato de la información de los participantes fue protegido mediante el cifrado de los datos en la base de datos, la eliminación de identificadores personales y la restricción del acceso a la base de datos a tres investigadores que conformaron el equipo de investigación, con el fin de priorizar los principios de confidencialidad y privacidad relacionados con el presente estudio.

Resultados

Se incluyó a 84 pacientes con diagnóstico de cáncer, con media de edad de 57,6 años y desviación estándar de 11,8 años. La mayoría de los participantes eran mujeres ($n=61$; 72,62%), mestizas ($n=34$; 40,48%) y casadas ($n=43$; 51,19%). En cuanto al nivel de estudios, el 38,10% ($n=32$) había completado la educación primaria y el 30,95% ($n=26$) tenía educación secundaria incompleta.

El diagnóstico de neoplasia maligna de mama representó el 57,14% ($n=48$), seguido por neoplasia de colon con el 22,62% ($n=19$) y neoplasia maligna de bronquios y pulmones con el 5,95% ($n=5$). En cuanto a la estadificación clínica del tumor, el tipo II fue el más prevalente, presente en el 57,14% ($n=48$) de los participantes, seguido por el tipo III ($n=24$; 28,57%) y el tipo I ($n=9$; 10,71%). Las características demográficas y clínicas de los pacientes se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 - Caracterización sociodemográfica y clínica de los pacientes con cáncer remitidos a quimioterapia ambulatoria (n = 84). Vitória, ES, Brasil, 2022-2023

Variables	n	%
Edad (en años)		
Media (desviación estándar)	57,68 (11,81)	-
Mediana (rango intercuartil)	58,00 (49,75 - 67,00)	-
Rango de edad		
<50 años	21	25,00
50-64 años	36	42,86
≥65 años	27	32,14
Sexo		
Masculino	23	27,38
Femenino	61	72,62
Color de piel autoinformado		
Blanco	32	38,10
Negro	10	11,90
Marrón	34	40,48
Amarillo	3	3,57
Sin información	5	5,95
Educación		
Analfabeto	5	5,95
Educación primaria incompleta	9	10,71
Educación primaria completa	32	38,10
Educación secundaria incompleta	26	30,95
Educación secundaria completa	3	3,57
Educación superior incompleta	1	1,19
Educación superior completa	4	4,76
Estudios de posgrado	4	4,76
Estado civil		
Soltero	15	17,86
Casado	43	51,19
Viudo	11	13,10
Divorciado	11	13,10
Unión estable	4	4,76
CIE-10*		
C18 - Neoplasia maligna de colon	19	22,62
C50 - Neoplasia maligna de mama	48	57,14
C54.1 - Neoplasia maligna del endometrio	1	1,19
C67 - Neoplasia maligna de vejiga	2	2,38
C60 - Neoplasia maligna de pene	1	1,19
C34 - Neoplasia maligna de bronquios y pulmones	5	5,95
C31.9 - Neoplasia maligna de los senos paranasales	1	1,19
C160 - Neoplasia del cardias	1	1,19
C44 - Neoplasia maligna indiferenciada	1	1,19

(continúa en la página siguiente...)

(continuación...)

Variables	n	%
C22.1 - Colangiocarcinoma	1	1,19
C56 - Neoplasia maligna de ovario	1	1,19
C16 - Neoplasia maligna de estómago	1	1,19
C48 - Neoplasia maligna de los tejidos blandos del retroperitoneo y del peritoneo	1	1,19
C15 - Neoplasia maligna del esófago	1	1,19
Tratamiento		
Quimioterapia	48	57,14
Cirugía + quimioterapia	26	30,95
Quimioterapia + terapia hormonal y radioterapia	1	1,19
Quimioterapia + radioterapia	3	3,57
Quimioterapia + cirugía	6	7,14
Estadificación		
I	9	10,71
II	48	57,14
III	24	28,57
Sin información	3	3,57

*CIE-10 = Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud-10

En la Tabla 2 se presenta la información obtenida a partir del hemograma y los biomarcadores de pacientes oncológicos. En cuanto a la serie roja, el recuento medio de glóbulos rojos fue de 4,3 millones/mm³, la hemoglobina de 12,53 g/dL y el hematocrito de 37,47%. El recuento medio de leucocitos fue de 7,38 mil/mm³ y el de plaquetas de 312 mil/mm³. El índice neutrófilo-linfocito (INL) fue de 2,91 mil/mm³ y la mayoría de los participantes (n=62;

76,54%) presentó una clasificación baja. El índice plaqueta-linfocito (IPL) medio fue de 175,85 mil/mm³ (DE=90,86), presentando la mayoría (n=59; 72,84%) un IPL bajo. En cuanto a los biomarcadores, la Troponina I promedio fue de 3,23 pg/mL, advirtiéndose que solo 1 participante presentó índice elevado, mientras que para la Proteína C reactiva (PCR) el promedio fue de 6,83 mg/dL y 30 participantes presentaron alto riesgo cardiovascular.

Tabla 2 - Hemograma, INL*, IPL[†], PCR[‡] y troponina de pacientes oncológicos remitidos a quimioterapia ambulatoria (n = 84). Vitória, ES, Brasil, 2022-2023

Variables	n	%
Glóbulos rojos (millones/mm³)		
Media (Desviación Estándar)	4,30 (0,56)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	4,27 (3,94 - 4,60)	-
Hemoglobina (g/dL)		
Media (Desviación Estándar)	12,53 (1,69)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	12,60 (11,60 - 13,50)	-
Hematocrito (%)		
Media (Desviación Estándar)	37,47 (4,67)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	37,40 (35,30 - 40,50)	-
Leucocitos (millones/mm³)		
Media (Desviación Estándar)	7,38 (2,57)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	6,95 (5,78 - 8,25)	-

(continúa en la página siguiente...)

(continuación...)

Variables	n	%
Plaquetas (millones/mm³)		
Media (Desviación Estándar)	312,00 (108,47)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	294,00 (237,00 - 365,00)	-
INL* (millones/mm³)		
Media (Desviación Estándar)	2,91 (3,71)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	1,96 (1,57 - 2,66)	-
INL* (millones/mm³)		
Bajo	62	76,54
Alto	19	23,46
IPL[†] (millones/mm³)		
Media (Desviación Estándar)	175,81 (90,86)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	147,92 (115,90 - 202,31)	-
IPL[†] (millones/mm³)		
Bajo	59	72,84
Alto	22	27,16
Troponina I (pg/mL)		
Media (Desviación Estándar)	3,23 (5,44)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	1,50 (0,80 - 2,83)	-
Troponina I (pg/mL)		
Normal	83	98,81
Alto	01	1,19
PCR[‡] (mg/dL)		
Media (Desviación Estándar)	6,83 (18,84)	-
Mediana (Rango Intercuartílico)	1,67 (0,68 - 4,41)	-
PCR[‡] (mg/dL) (riesgo cardiovascular)		
Bajo	30	35,71
Moderado	24	28,57
Alto	30	35,71

*INL = Índice Neutrófilos/Linfocitos; [†]IPL = Índice Plaquetas/Linfocitos; [‡]PCR = Proteína C Reactiva

En la Tabla 3, respecto a la clase de quimioterapia, se observó que la combinación de agente taxano, agente alquilante, antraciclina y anticuerpo monoclonal fue la más frecuente entre pacientes sin prolongación del intervalo QTc (n=34) y también entre aquellos con QTc prolongado (n=4). La combinación de antimetabolito y derivado de platino se utilizó en 2 pacientes sin prolongación y en 1 con prolongación, mientras que la combinación de derivado de platino y agente taxano se utilizó en 11 pacientes sin prolongación y en 1

paciente con prolongación. Las otras combinaciones presentaron frecuencias más bajas. No hubo asociación estadísticamente significativa entre las diferentes combinaciones de quimioterapia y la ocurrencia de prolongación del intervalo QTc (p=0,285).

En cuanto a los niveles de PCR, se observó que la mayoría de los pacientes con QTc prolongado presentaban PCR elevada (n=6), mientras que entre los que no presentaban prolongación, la distribución fue más equilibrada entre las categorías: baja (n=25),

moderada (n=20) y alta (n=23). Aun así, no se identificó una asociación estadísticamente significativa entre el riesgo cardiovascular estimado por el PCR y la presencia de prolongación del QTc ($p=0,329$).

En la Tabla 4, el análisis de la asociación entre el ECG y la PCR, así como las variables sociodemográficas y clínicas, reveló, en general, una falta de significación estadística para la mayoría de las variables estudiadas. Sin embargo, se observó una asociación significativa entre la circunferencia de la cintura y la FC ($p=0,037$), siendo la taquicardia más frecuente en pacientes con mayor riesgo de adiposidad abdominal, y también entre la presencia de ondas T invertidas y el IMC ($p=0,005$), siendo este hallazgo más común en personas con un IMC superior a 20,5, lo que podría sugerir una relación

entre el sobrepeso/obesidad y las alteraciones de la repolarización ventricular.

La Tabla 5 muestra la asociación entre la historia clínica, el ECG y la PCR. Se observó una asociación estadísticamente significativa entre el tabaquismo y el ritmo cardíaco ($p=0,010$), con mayor frecuencia de ritmo irregular en fumadores. Los demás parámetros electrocardiográficos (FC, intervalo QTc, elevación del segmento ST, onda T invertida y QRS ensanchado) no mostraron una asociación significativa con las comorbilidades evaluadas ($p>0,05$). Respecto a la PCR, se observaron asociaciones significativas con la DM ($p=0,033$) y el consumo de alcohol ($p=0,033$), siendo los niveles elevados más frecuentes en personas con diabetes y consumidores de alcohol.

Tabla 3 - Asociación del intervalo QTc* prolongado con clase de quimioterapia y PCR[†] (riesgo cardiovascular) (n = 78). Vitória, ES, Brasil, 2022-2023

Variables	Intervalo QTc prolongado*		p [‡]
	No	Sí	
Clase de quimioterapia			0,285
Antimetabolito + Derivado de Platino	2	1	
Derivado de Platino + Agente Taxano	11	1	
Agente Taxano + Agente Alquilante + Antraciclina + Anticuerpo Monoclonal	34	4	
Agente Taxano + Agente Alquilante + Derivado de Platino	1	1	
Antimetabolito + Inhibidor de Topoisomerasa + Derivado de Platino + Agente Taxano + Análogo de Ácido Fólico	20	3	
PCR[†] (riesgo cardiovascular)			0,329
Bajo	25	2	
Moderado	20	2	
Alto	23	6	

*QTc = QT corregido; [†]PCR = Proteína C Reactiva; [‡]Valor p calculado según la prueba exacta de Fisher

Tabla 4 - Asociación de los parámetros electrocardiográficos* de pacientes con cáncer remitidos a quimioterapia ambulatoria con PCR[†] (riesgo cardiovascular) y variables sociodemográficas y clínicas (n = 78). Vitória, ES, Brasil, 2022-2023

Variables	Ritmo		FC [‡]			Intervalo QTc prolongado			Onda T invertida			QRS [§] ensanchado		
	Regular	Irregular	p**	Bradicardia	Normocardia (60-100)	Taquicardia	p**	No	Si	V1	Valor p	No	Si	p**
PCR[†] (riesgo cardiovascular)			0,837				0,600				0,454			0,378
Bajo	26	1		4	23	0		25	2	0		24	3	0
Moderado	20	1		3	18	1		20	2	1		20	1	1
Alto	28	1		3	23	3		23	6	0		28	1	0
Sexo			0,066				0,302				0,727			0,190
Masculino	19	2		4	16	2		17	5	0		20	2	2
Femenino	55	1		6	48	2		51	5	1		52	3	1
Rango de edad			0,340				0,701				0,280			0,471
<50 años	19	1		1	18	1		18	2	0		20	0	0
50-64 años	32	0		4	27	2		30	3	0		31	2	1
≥65 años	23	2		5	19	1		20	5	0		21	3	2
Color de piel autoinformado			1,000				0,884				0,395			1,000
Blanco	29	1		5	24	1		27	3	1		28	1	1
Negro	9	0		2	7	0		7	2	0		8	1	0
Marrón	28	2		3	25	3		27	4	0		29	2	2
Amarillo	3	0		0	3	0		3	0	0		2	1	0
Sin información	5	0		0	5	0		4	1	0		5	0	0
IMC[†]			0,101				1,000				0,005			0,076
Por debajo de 20,5	1	1		0	2	0		1	1	0		0	2	0
Por encima de 20,5	73	2		10	62	4		67	9	1		72	3	2
Circunferencia de la cintura			0,290				0,037				0,712			0,763
Normal	13	2		0	15	0		14	1	0		13	2	0
Riesgo elevado	20	0		6	14	0		16	4	0		19	1	0
Riesgo muy elevado	41	1		4	35	4		38	5	1		40	2	2
Circunferencia abdominal			0,387				0,062				0,796			0,571
Normal	30	2		7	26	0		29	4	0		30	3	2

(continúa en la página siguiente...)

Tabla 5 - Asociación entre los antecedentes de pacientes con cáncer con indicación de quimioterapia ambulatoria y ECG* y Proteína C reactiva (riesgo cardiovascular) (n = 78). Vitória, ES, Brasil, 2022-2023

Variables	HAS [†]		IAM [‡]		Dislipidemia		Diabetes mellitus		ACV [§]		Enfermedad valvular		Consumo tabaco		Consumo bebidas alcohólicas		Antecedentes familiares de cardiopatía		
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	p
Ritmo		0,793		1,000		1,000		0,582		1,000		1,000		0,010		1,000		1,000	
Regular	39	35	70	4	65	9	60	14	71	3	73	1	70	3	63	10	25	48	
Irregular	1	2	3	0	3	0	2	1	3	0	3	0	1	1	2	0	1	2	
Sin información	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	
FC[¶]		0,343		1,000		1,000		0,328		1,000		1,000		0,690		0,628		0,188	
Bradicardia	7	3	10	0	9	1	8	2	10	0	10	0	9	1	9	1	1	9	
Normocardia (60-100)	33	31	60	4	56	8	53	11	61	3	63	1	58	4	54	8	23	40	
Taquicardia	1	3	4	0	4	0	2	2	4	0	4	0	4	0	3	1	2	2	
Intervalo QTc prolongado^{**}		0,504		0,429		0,324		0,093		0,341		1,000		0,477		0,337		0,151	
No	37	31	65	3	61	7	57	11	66	2	67	1	63	4	59	8	25	42	
Sí	4	6	9	1	8	2	6	4	9	1	10	0	8	1	7	2	1	9	
Elevación ST^{††}		0,474		1,000		1,000		1,000		1,000		1,000		1,000		1,000		1,000	
No	41	36	73	4	68	9	62	15	74	3	76	1	70	5	65	10	26	50	
Sí	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	
Onda T invertida		0,114		1,000		0,533		0,658		0,216		1,000		1,000		1,000		0,214	
No	40	32	68	4	64	8	57	15	70	2	71	1	66	5	61	10	26	45	
Sí	1	4	5	0	4	1	5	0	4	1	5	0	4	0	4	0	0	5	
Versión 1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	
QRS ensanchado^{‡‡}		0,601		0,148		1,000		1,000		0,112		1,000		1,000		1,000		0,547	
No	40	35	72	3	66	9	60	15	73	2	74	1	69	5	64	10	26	48	
Sí	1	2	2	1	3	0	3	0	2	1	3	0	2	0	2	0	0	3	
Proteína C Reactiva (riesgo cardiovascular)		0,247		0,674		0,741		0,033		0,774		1,000		0,431		0,033		0,688	
Bajo	13	14	26	1	25	2	25	2	26	1	27	0	24	1	25	0	9	18	
Moderado	15	7	20	2	19	3	19	3	22	0	22	0	19	3	18	4	6	16	
Alto	13	16	28	1	25	4	19	10	27	2	28	1	28	1	23	6	11	17	

*ECG = Electrocardiograma; †HAS = Hipertensión Arterial Sistémica; †IAM = Infarto Agudo de Miocardio; †ACV = Accidente Cerebrovascular; †ip = Valor p calculado con base en la prueba exacta de Fisher; †FC = Frecuencia Cardíaca; **QTc = QT corregido; ††ST = Segmento ST; ††QRS = Complejo QRS

Discusión

En el presente estudio, la mayoría de los participantes eran mujeres, con mayor incidencia de diagnóstico de cáncer de mama, seguido por cáncer de colon, bronquios y pulmón. Desde esta perspectiva, la evidencia corrobora que el cáncer de mama es el tumor que más afecta a las mujeres a nivel mundial, cuando se excluye el cáncer de piel no melanoma⁽³¹⁾. Sin embargo, esta distribución difiere de las estimaciones internacionales⁽³²⁾ y nacionales⁽³³⁾, lo que puede estar asociado a factores socioeconómicos y ambientales, y otras cuestiones relacionadas con el perfil de la población de estudio. En vista de esto, un estudio demuestra que los casos de neoplasias malignas de mama han aumentado progresivamente con el avance de la industrialización y la urbanización⁽³⁴⁾.

El promedio de edad (57-68 años) coincide con el perfil de edad comúnmente descrito para pacientes con cáncer⁽³³⁻³⁴⁾. El envejecimiento, en sí mismo, es un factor de riesgo de carcinogénesis, al estar asociado con comorbilidades e inestabilidad genómica, como la mutación de la telomerasa. Por lo tanto, la edad biológica se relaciona con un mayor riesgo de cualquier tipo de cáncer⁽³⁵⁾.

En lo que se refiere a la terapia, se observó la prevalencia del régimen de quimioterapia compuesto por taxanos, agentes alquilantes, antraciclinas y anticuerpos monoclonales, comúnmente recomendado para el tratamiento de tumores sólidos, como el cáncer de mama, vejiga y pulmón. Estas clases de agentes quimioterapéuticos se reconocen como algunos de los principales agentes con alto potencial cardiotoxico^(7,36).

Un estudio de pacientes con cáncer de mama en etapa temprana demuestra que los efectos cardiotoxicos de la doxorubicina (DOX) pueden aparecer tardíamente, años después de la exposición a la quimioterapia, lo que destaca la importancia de la identificación temprana de las personas en riesgo^(7,37). Además de las antraciclinas, el Docetaxel y la Ciclofosfamida también tienen efectos tóxicos sobre el miocardio, aunque sus mecanismos aún no se comprenden por completo. Ambos se asocian con el riesgo de disfunción ventricular izquierda (DVI)⁽³⁸⁻⁴⁰⁾, que representa la principal manifestación cardiotoxica⁽⁴¹⁾.

En el estudio, el 23,46% (n=19) y el 27,16% (n=22) de las pacientes presentaron valores basales elevados de INL y IPL, respectivamente. Por el contrario, un estudio de pacientes con diagnóstico de cáncer de mama en tratamiento con antraciclinas no identificó cambios en los valores basales de INL; sin embargo, se observó un aumento de este marcador tras la exposición a la quimioterapia, asociado con un riesgo cuatro veces mayor de desarrollar disfunción cardíaca, lo que sugiere una

mayor influencia de la antraciclina que la inflamación basal causada por la enfermedad⁽⁴⁰⁾.

Otro estudio, que relacionó el INL y el IPL con el estado nutricional, los factores clínicos y sociodemográficos, y la calidad de vida de mujeres hospitalizadas con cáncer de mama no metastásico, halló que existe un alto riesgo en personas con valores medios y altos de INL e IPL, lo que implica una baja actividad antitumoral y un peor pronóstico⁽¹⁴⁾. Estos biomarcadores, relacionados con la inflamación sistémica, se han estudiado como herramientas accesibles de estratificación del riesgo⁽⁴¹⁾.

La PCR, también considerada un importante marcador inflamatorio, fue elevada en el 35,71% de los pacientes (n=30), lo que indica un mayor riesgo cardiovascular. Además, una revisión sistemática mostró que la PCR, junto con la troponina y los péptidos natriuréticos tipo B (BNP), se relaciona con resultados cardiovasculares adversos graves, como infarto de miocardio e insuficiencia cardíaca⁽⁴²⁾. En este estudio, se observó una asociación entre DM y PCR, lo que indica una mayor presencia de un proceso inflamatorio en los pacientes. Esta condición contribuye al aumento del riesgo cardiovascular, así como a la progresión de las complicaciones vasculares⁽⁴³⁾.

El monitoreo de la cardiotoxicidad y la inflamación sistémica a través de la medición de biomarcadores séricos, como INL, IPL, Troponina I y PCR, es un método accesible, mínimamente invasivo y de bajo costo que contribuye a la estratificación del riesgo y la detección temprana de esta condición antes de la terapia inicial, además de contribuir al diagnóstico temprano de ECV tanto durante como después del tratamiento, brindando apoyo para detectar pacientes con cáncer que pueden beneficiarse de tratamientos cardioprotectores o que requieren seguimiento a largo plazo⁽⁴⁴⁻⁴⁶⁾.

Múltiples factores de riesgo cardiovascular preexistentes, como hipertensión, diabetes mellitus, dislipidemia y obesidad, son ampliamente reconocidos en la literatura como afecciones que aumentan el riesgo de toxicidad cardiovascular asociada con el tratamiento oncológico⁽³⁶⁾. Sin embargo, en la presente muestra, no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre las variables clínicas y de laboratorio y la mayoría de los parámetros electrocardiográficos evaluados. A pesar de esto, se destaca la identificación de una relación entre el IMC y la onda T invertida (p=0,005). Este hallazgo es consistente con estudios que informan el impacto del IMC alto en la función eléctrica miocárdica, favoreciendo cambios en la repolarización⁽⁴⁷⁻⁴⁸⁾.

Aunque la prolongación del intervalo QTc no se asoció significativamente con las variables investigadas, se observó que 10 pacientes ya presentaban esta alteración al inicio, lo que refuerza la necesidad de monitorización

continua. La evidencia muestra que la prolongación del intervalo QTc puede exacerbarse durante el tratamiento, especialmente con el uso acumulativo de antraciclinas y taxanos, lo que aumenta el riesgo de arritmias graves^(4,49).

La fibrilación auricular, las palpitaciones ventriculares ectópicas y la prolongación del intervalo QTc se encuentran entre las arritmias más comunes en pacientes oncológicos y pueden agravarse durante el tratamiento⁽⁵⁰⁻⁵²⁾. En este contexto, la evaluación electrocardiográfica debe incorporarse sistemáticamente desde la fase inicial del tratamiento.

Es importante considerar que la ausencia de asociaciones observadas en este estudio podría estar relacionada con que los pacientes se encontraban en la fase pre-quimioterapia, un período en el que los efectos cardiotoxicos asociados al tratamiento aún no se habían manifestado. Por lo tanto, si bien no se observaron asociaciones significativas al inicio, es importante destacar que estos factores están bien establecidos en la literatura como predictores de un mayor riesgo de desarrollar cardiotoxicidad, especialmente en pacientes expuestos a agentes como las antraciclinas^(7,36).

De hecho, estudios previos muestran que los individuos con estas comorbilidades tienen hasta 12 veces más probabilidades de desarrollar disfunción cardíaca inducida por antraciclinas⁽⁵³⁾. Además, según las Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Americana de Oncología Clínica, la presencia de múltiples factores de riesgo cardiovascular, asociados al uso de antraciclinas y la edad mayor de 60 años, constituye un escenario de alto riesgo para el desarrollo de disfunción cardíaca⁽⁵⁴⁻⁵⁵⁾. Por lo tanto, este análisis confirma aún más el impacto de las comorbilidades en el riesgo cardiotoxic y destaca la importancia del control de las enfermedades subyacentes, además de la evaluación y el seguimiento de los pacientes por un equipo multidisciplinario centrado en el sistema cardiovascular desde el inicio hasta el tratamiento posterior a la quimioterapia como una forma de prevención, siguiendo las recomendaciones de la Guía Brasileña de Cardio-Oncología⁽³⁶⁾.

También es importante explorar el potencial del ECG y de los biomarcadores séricos, como el INL, el IPL, la troponina I y la PCR, como herramientas de diagnóstico y seguimiento de las alteraciones cardíacas, así como para la estratificación del riesgo cardiovascular, con el objetivo de identificar precozmente la cardiotoxicidad y seleccionar pacientes que puedan beneficiarse de intervenciones cardioprotectoras⁽⁴¹⁾.

Aunque los biomarcadores inflamatorios y cardíacos analizados en este estudio tienen reconocida relevancia clínica, es importante considerar que la evaluación se realizó en la fase pre-quimioterapia, un período anterior

a la manifestación completa de los efectos citotóxicos e inflamatorios más intensos resultantes del tratamiento antineoplásico. Esto puede explicar la falta de asociaciones estadísticamente significativas entre estos marcadores y los parámetros clínicos o electrocardiográficos evaluados. La baja elevación de troponina I, observada en un solo paciente, limita su aplicabilidad como marcador basal, aunque su utilidad pronóstica está bien establecida en fases posteriores del tratamiento, especialmente como predictor de disfunción ventricular inducida por antraciclinas^(8,28). De manera similar, la PCR elevada, identificada en el 35,7% de la muestra, cuando se utiliza de forma aislada, presenta una baja especificidad como marcador de riesgo cardiovascular y puede estar influenciada por otras condiciones inflamatorias, infecciosas o metabólicas, como el estado nutricional, la presencia de diabetes mellitus o la carga tumoral^(15,42). Sin embargo, la detección temprana de estos biomarcadores, incluso a niveles subclínicos, puede contribuir a la estratificación individualizada del riesgo y orientar las estrategias preventivas en cardio-oncología, especialmente en pacientes con comorbilidades o factores de riesgo modificables. Este enfoque está respaldado por las guías internacionales y la evidencia más reciente sobre biomarcadores en la monitorización de la cardiotoxicidad^(41,54).

Los profesionales sanitarios, especialmente el personal de enfermería, desempeñan un papel fundamental en la vigilancia clínica de los pacientes oncológicos. Es fundamental que monitoricen y evalúen los biomarcadores séricos y los ECG para asegurar la identificación temprana y la estratificación del riesgo cardiovascular, tanto durante el tratamiento como en el seguimiento (*follow-up*). Dada la cardiotoxicidad reconocida de varios agentes quimioterapéuticos, la intervención oportuna puede minimizar las complicaciones y mejorar el pronóstico^(7,36).

En ese contexto, se destaca la creciente incorporación de las ciencias ómicas a la práctica clínica de Enfermería⁽⁵⁶⁻⁵⁸⁾, lo que refuerza la importancia de la Enfermería de Precisión⁽⁵¹⁻⁵²⁾. La aplicación de estrategias individualizadas, basadas en biomarcadores específicos y las características individuales de cada paciente, contribuye a una atención más eficaz y personalizada, centrada en el individuo y orientada a la toma de decisiones clínicas basadas en la evidencia⁽⁵⁸⁻⁶⁰⁾.

Por lo tanto, es esencial adoptar protocolos de seguimiento, combinados con intervenciones terapéuticas basadas en la evidencia, con el objetivo de mitigar la cardiotoxicidad, reducir la morbilidad y la mortalidad cardiovascular y, en consecuencia, mejorar el pronóstico de los pacientes oncológicos⁽⁶⁰⁾. Las directrices internacionales como las de la *European Society of Cardiology* o la

European Society for Medical Oncology (ESMO), así como las de la *American Society of Clinical Oncology (ASCO)*, refuerzan la necesidad de una monitorización estructurada y sistemática de los pacientes expuestos a agentes cardiotóxicos. La adopción de estas recomendaciones permite la detección temprana de la disfunción miocárdica subclínica, lo que permite intervenciones oportunas y eficaces para prevenir la progresión a insuficiencia cardíaca y otros eventos cardiovasculares adversos⁽⁷⁾.

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones relevantes para la práctica clínica de enfermería, especialmente en el contexto de la enfermería oncológica. La identificación de biomarcadores inflamatorios y cardíacos en la fase previa a la quimioterapia, incluso a niveles subclínicos, resalta la necesidad de una acción proactiva del equipo de enfermería en la estratificación temprana del riesgo cardiovascular⁽⁶⁰⁻⁶¹⁾. Marcadores como INL, IPL, troponina I y PCR, por ser accesibles y de bajo costo, pueden incorporarse como herramientas complementarias a la anamnesis y al examen físico en el cribado cardiovascular, apoyando la planificación de intervenciones personalizadas y la vigilancia continua durante todo el tratamiento oncológico. La realización sistemática de pruebas como el ECG, combinada con la interpretación crítica de los biomarcadores, fortalece el papel de la Enfermería en la detección temprana de alteraciones cardiovasculares, la comunicación con el equipo multidisciplinario y la adopción de estrategias cardioprotectoras.

Además, la integración de estas prácticas en el protocolo de evaluación inicial del paciente oncológico promueve una atención integral, segura y basada en evidencia, en consonancia con los principios de la Enfermería de Precisión y las guías nacionales e internacionales de cardio-oncología. Esta evidencia refuerza la importancia de la Enfermería como protagonista en la detección, el seguimiento y la educación en salud cardiovascular en la atención oncológica, contribuyendo directamente a la prevención de complicaciones y a la mejora de los resultados clínicos de estos pacientes.

Las limitaciones de este estudio incluyen: I. La ligera elevación de Troponina I, detectada en un solo paciente, que limita la interpretación de la aplicabilidad de este marcador en condiciones basales; II. El estudio se realizó en un solo centro especializado en el tratamiento del cáncer, con una muestra relativamente pequeña y heterogénea, lo que puede comprometer la validez externa y la generalización de los hallazgos a otras poblaciones o entornos clínicos; III. Aunque el número total de pacientes alcanzó la muestra mínima estimada (n=84), algunos análisis específicos presentaron pérdidas puntuales en la muestra debido a la inconsistencia o ausencia de datos de laboratorio y/o electrocardiográficos, lo que redujo el

número de participantes en determinadas variables y pudo haber afectado el poder estadístico de dichos análisis; IV. La ausencia de un grupo control compuesto por pacientes con cáncer que no se sometieran a quimioterapia o sin factores de riesgo cardiovascular; V. El diseño transversal del estudio, que impide el seguimiento longitudinal de los cambios inflamatorios y electrocardiográficos a lo largo del tratamiento oncológico; VI. La falta de realización de pruebas complementarias importantes, como la medición de NT-ProBNP y la ecocardiografía, que podrían contribuir a una evaluación más completa de la función cardíaca; VII. El uso de la PCR como marcador aislado en la estratificación del riesgo cardiovascular, lo que limita su aplicabilidad clínica, especialmente en ausencia de otros parámetros complementarios.

No obstante, a pesar de sus limitaciones, nuestro estudio presenta aspectos relevantes, como: I. Evaluación de medidas subjetivas y objetivas (mediante la medición de biomarcadores); II. Recopilación estandarizada de biomarcadores y datos clínicos antes de la infusión de la primera sesión de quimioterapia, lo que garantiza la fiabilidad y validez de los datos; III. Relevancia clínica de los resultados para la estratificación temprana del riesgo cardiovascular, con el objetivo de mejorar el bienestar y el pronóstico de los pacientes oncológicos sometidos a quimioterapia. Sin embargo, destacamos que los datos presentados ofrecen evidencia preliminar importante sobre la evaluación cardiovascular basal en pacientes con cáncer en la fase pre-quimioterapia, lo que contribuye a la base de futuras investigaciones multicéntricas y longitudinales.

Se recomienda la realización de estudios longitudinales con una muestra representativa y bien diseñada para comprender las tendencias en los diagnósticos de cáncer a lo largo del tiempo e identificar los factores de riesgo cardíaco asociados durante el *follow-up*. Además, se sugiere investigar estrategias de prevención e intervención para mitigar el riesgo de daño cardíaco derivado de la quimioterapia, con especial atención a la cardio-oncología y la Enfermería de Precisión.

Conclusión

En el presente estudio, la falta de asociaciones estadísticamente significativas entre la mayoría de los parámetros evaluados podría deberse a que los pacientes se encontraban en la fase pre-quimioterapia, período previo a la aparición de los efectos cardiotóxicos esperados. Sin embargo, se identificaron factores de riesgo cardiovascular relevantes, como la inflamación sistémica y el IMC elevado, que, junto con ciertos protocolos de quimioterapia, pueden aumentar el riesgo de disfunción cardíaca.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de incorporar rutinas sistemáticas de cribado cardiovascular antes de la primera infusión de quimioterapia, por tanto, desde el inicio del seguimiento oncológico, como estrategia esencial para la detección temprana de alteraciones cardiovasculares y para la implementación de intervenciones preventivas, personalizadas y oportunas.

Referencias

- Bai J, Cui J, Shi F, Yu C. Global Epidemiological Patterns in the Burden of Main Non-Communicable Diseases, 1990-2019: Relationships With Socio-Demographic Index. *Int J Public Health*. 2023;16(68):1605502. <https://doi.org/10.3389/ijph.2023.1605502>
- World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2024 Mar 28]. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2021;71:209-49. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Gent DG, Dobson R. The 2022 European Society of Cardiology Cardio-oncology Guidelines in Focus. *Eur Cardiol*. 2023;21(18):e16. <https://doi.org/10.15420/ecr.2022.63>
- Zhao Y, Jia H, Hua X, An T, Song J. Cardio-oncology: Shared Genetic, Metabolic, and Pharmacologic Mechanism. *Curr Cardiol Rep*. 2023;25(8):863-78. <https://doi.org/10.1007/s11886-023-01906-6>
- Bannister C, Cannata A, Bromage DI, McDonagh T. Cardiotoxicity of Chemotherapeutic Drugs: An Update and Future Perspectives. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2022;80(4):502-14. <https://doi.org/10.1097/FJC.0000000000001226>
- Zamorano JL, Lancellotti P, Muñoz DR, Aboyans V, Asteggiano R, Galderisi M, et al. 2016 ESC position paper on cancer treatments and cardiovascular toxicity developed under the auspices of the ESC committee for practice guidelines: the task force for cancer treatments and cardiovascular toxicity of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2016;37(36):2768-801. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw211>
- Ananthan K, Lyon AR. The Role of Biomarkers in Cardio-Oncology. *J Cardiovasc Transl Res*. 2020;13(3):431-50. <https://doi.org/10.1007/s12265-020-10042-3>
- Kalil R Filho, Hajjar LA, Bacal F, Hoff PMG, Diz MDPS, Galas FRBG, et al. I Diretriz Brasileira de Cardio-Oncologia da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(2supl.1):1-52. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2011000700001>
- Costa IBSS, Bittar CS, Fonseca SMR, Silva CMPD, Rehder MHHS, Rizk SI, et al. Brazilian cardio-oncology: the 10-year experience of the Instituto do Cancer do Estado de São Paulo. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020;20(1):206. <https://doi.org/10.1186/s12872-020-01471-8>
- Giza DE, Iliescu G, Hassan S, Marmagkiolis K, Iliescu C. Cancer as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Curr Oncol Rep*. 2017;19(6):39. <https://doi.org/10.1007/s11912-017-0601-x>
- Costanzo V, Ratre YK, Andretta E, Acharya R, Bhaskar LVKS, Verma HK. A Comprehensive Review of Cancer Drug-Induced Cardiotoxicity in Blood Cancer Patients: Current Perspectives and Therapeutic Strategies. *Curr Treat Options Oncol*. 2024;25(4):465-95. <https://doi.org/10.1007/s11864-023-01175-z>
- von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008;61(4):344-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>
- Silva RJG, Grippa WR, Silva LCB Neto, Enriquez-Martinez OG, Marcarini JAC, Pessanha RM, et al. Factors Associated with the Nutritional Status of Women with Non-Metastatic Breast Cancer in a Brazilian High Complexity Oncology Center. *Nutrients*. 2023;15(23):4961. <https://doi.org/10.3390/nu15234961>
- Liu T, Zhang Q, Song C, Siyin ST, Chen S, Zhang Q, et al. C-reactive protein trajectories and the risk of all cancer types: A prospective cohort study. *Int J Cancer*. 2022;151(2):297-307. <https://doi.org/10.1002/ijc.34012>
- Thomas L. *Clinical Laboratory Diagnostics: Use and Assessment of Clinical Laboratory Results*. 1. ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft; 2005. 1727 p.
- Chaulin AM. *Biology of Cardiac Troponins: Emphasis on Metabolism*. Biology (Basel). 2022;11(3):429. <https://doi.org/10.3390/biology11030429>
- Chaulin AM. Cardiac Troponins Metabolism: From Biochemical Mechanisms to Clinical Practice. *Int J Mol Sci*. 2021;22(20):10928. <https://doi.org/10.3390/ijms222010928>
- Wu L, Zou S, Wang C, Tan X, Yu M. Neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratio in Chinese Han population from Chaoshan region in South China. *BMC Cardiovasc Disord*. 2019;19(1):125. <https://doi.org/10.1186/s12872-019-1110-7>
- Zhu Y, Si W, Sun Q, Qin B, Zhao W, Yang J. Platelet-lymphocyte ratio acts as an indicator of poor prognosis in patients with breast cancer. *Oncotarget*. 2017;8(1):1023-30. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.13714>

21. Mathur K, Kurbanova N, Qayyum R. Platelet-lymphocyte ratio (PLR) and all-cause mortality in general population: insights from national health and nutrition education survey. *Platelets*. 2019;30(8):1036-41. <https://doi.org/10.1080/09537104.2019.1571188>
22. Zhang M, Huang XZ, Song YX, Gao P, Sun JX, Wang ZN. High platelet-to-lymphocyte ratio predicts poor prognosis and clinicopathological characteristics in patients with breast cancer: a meta-analysis. *Biomed Res Int*. 2017;2017:9503025-11. <https://doi.org/10.1155/2017/9503025>
23. Wang MF, Cai JR, Xia H, Chu XF. Predictive efficacy of the preoperative neutrophil-lymphocyte ratio in lymph node metastasis of cN0 hormone receptor-positive breast cancer. *Sci Rep*. 2024;14(1):14216. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63318-y>
24. Samesima N, God EG, Kruse JCL, Leal MG, Pinho C, França FFAC, et al. Brazilian Society of Cardiology Guidelines on the Analysis and Issuance of Electrocardiographic Reports - 2022. *Arq Bras Cardiol*. 2022;119(4):638-80. <https://doi.org/10.36660/abc.20220623>
25. Marcarini JAC, Grippa WR, Silva LCB Neto, Podestá OPG, Bolsoni-Lopes A, Nunes KZ, et al. Nutritional status of women with non-metastatic breast cancer receiving outpatient chemotherapy. *Nutrition*. 2024;123:112411. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2024.112411>
26. Silva RJG, Grippa WR, Pessanha RM, Enriquez-Martinez OG, Silva LCB Neto, Lopes-Júnior LC. Neutrophil/Lymphocyte Ratio and Platelet/Lymphocyte Ratio and Their Relationship with Nutritional Status and Quality of Life of Hospitalized Women with Breast Cancer. *Nutr Cancer*. 2024;76(3):296-304. <https://doi.org/10.1080/01635581.2024.2304689>
27. Silva LCB Neto, Enriquez-Martinez OG, Grippa WR, Marcarini JAC, Santos TB, Mawandji NBS, et al. Nutritional Status of Patients with Neoplasms Undergoing Ambulatory Chemotherapy and Associated Factors. *Nutrients*. 2025;17(1):168. <https://doi.org/10.3390/nu17010168>
28. Hammoud RA, Mulrooney DA, Rhea IB, Yu C, Johnson JN, Chow EJ, et al. Modifiable Cardiometabolic Risk Factors in Survivors of Childhood Cancer: JACC: CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC CardioOncol*. 2024;6(1):16-32. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.12.008>
29. Levis BE, Binkley PF, Shapiro CL. Cardiotoxic effects of anthracycline-based therapy: what is the evidence and what are the potential harms? *Lancet Oncol*. 2017;18(8):e445-e456. [https://doi.org/10.1016/S1473-2045\(17\)30535-1](https://doi.org/10.1016/S1473-2045(17)30535-1)
30. Kish L. *Survey Sampling*. New York, NY: John Wiley & Sons; 1965. 643 p.
31. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. *Global Cancer Observatory: Cancer Today* [Internet]. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2025 [cited 2025 Jan 19]. Available from: <https://gco.iarc.who.int/today>
32. Siegel RL, Kratzer TB, Giaquinto AN, Sung H, Jemal A. *Cancer statistics, 2025*. *CA Cancer J Clin*. 2025;75(1):10-45. <https://doi.org/10.3322/caac.21871>
33. Ministério da Saúde (BR), Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. *Estimativa 2023: Incidência do Câncer no Brasil* [Internet]. Rio de Janeiro: INCA; 2022 [cited 2024 Mar 19]. Available from: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>
34. Silva ACDO, Pinheiro GO, Rodrigues EM, Santos WS, Araújo CMS, Araujo RDS, et al. Predisponent factors for breast cancer and quality of life: integration review. *Braz J Surg Clin Res* [Internet]. 2019 [cited 2024 Mar 19]. Available from: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190704_103258.pdf
35. Mak JKL, McMurrin CE, Kuja-Halkola R, Hall P, Czene K, Jylhävä J, et al. Clinical biomarker-based biological aging and risk of cancer in the UK Biobank. *Br J Cancer*. 2023;129(1):94-103. <https://doi.org/10.1038/s41416-023-02288-w>
36. Hajjar LA, Costa IBSS, Lopes MACQ, Hoff PMG, Diz MDPE, Fonseca SMR, et al. Brazilian Cardio-oncology Guideline - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2020;115(5):1006-1043. <https://doi.org/10.36660/abc.20201006>
37. Todorova VK, Hsu PC, Wei JY, Lopez-Candales A, Chen JZ, Su LJ, et al. Biomarkers of inflammation, hypercoagulability and endothelial injury predict early asymptomatic doxorubicin-induced cardiotoxicity in breast cancer patients. *Am J Cancer Res* [Internet]. 2020 [cited 2024 Mar 19];10(9):2933-45. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7539772/>
38. Sheibani M, Azizi Y, Shayan M, Nezamoleslami S, Eslami F, Farjoo MH, et al. Doxorubicin-Induced Cardiotoxicity: An Overview on Pre-clinical Therapeutic Approaches. *Cardiovasc Toxicol*. 2022;22(4):292-310. <https://doi.org/10.1007/s12012-022-09721-1>
39. Morelli MB, Bongiovanni C, Da Pra S, Miano C, Sacchi F, Lauriola M, et al. Cardiotoxicity of Anticancer Drugs: Molecular Mechanisms and Strategies for Cardioprotection. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:847012. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.847012>
40. Baruch R, Zahler D, Zornitzki L, Arbel Y, Rozenbaum Z, Arnold JH, et al. High neutrophil-to-lymphocyte ratio as an early sign of cardiotoxicity in breast cancer patients treated with anthracycline. *Clin Cardiol*. 2023;46(3):328-35. <https://doi.org/10.1002/clc.23966>

41. Pudil R, Mueller C, Čelutkienė J, Henriksen PA, Lenihan D, Dent S, et al. Role of serum biomarkers in cancer patients receiving cardiotoxic cancer therapies: a position statement from the Cardio-Oncology Study Group of the Heart Failure Association and the Cardio-Oncology Council of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2020;22(11):1966-83. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2017>
42. Ruiz JNTG, Sousa BE, Gruppo IF, Ferreira TG, Martins JPBC, Oliveira P, et al. The emerging role of cardiac biomarkers in risk stratification and management of cardiovascular diseases. *Rev Ibero-Am Human Cien Educ.* 2024;10(3):844-52. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i3.13215>
43. Banait T, Wanjari A, Danade V, Banait S, Jain J. Role of High-Sensitivity C-reactive Protein (Hs-CRP) in Non-communicable Diseases: A Review. *Cureus.* 2022;14(10):e30225. <https://doi.org/10.7759/cureus.30225>
44. Attanasio U, Di Sarro E, Tricarico L, Di Lisi D, Armentaro G, Miceli S, et al. Cardiovascular Biomarkers in Cardio-Oncology: Antineoplastic Drug Cardiotoxicity and Beyond. *Biomoleculas.* 2024;14(2):199. <https://doi.org/10.3390/biom14020199>
45. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, Asteggiano R, Aznar MC, Bergler-Klein J, et al. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). *Eur Heart J.* 2022;43(41):4229-361. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac244>
46. Ouyang H, Xiao B, Huang Y, Wang Z. Baseline and early changes in the neutrophil-lymphocyte ratio (NLR) predict survival outcomes in advanced colorectal cancer patients treated with immunotherapy. *Int Immunopharmacol.* 2023;123:110703. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2023.110703>
47. Lembo M, Strisciuglio T, Fonderico C, Mancusi C, Izzo R, Trimarco V, et al. Obesity: the perfect storm for heart failure. *ESC Heart Fail.* 2024;11(4):1841-60. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14641>
48. Binu AJ, Srinath SC, Cherian KE, Jacob JR, Paul TV, Kapoor N. A pilot study of electrocardiographic features in patients with obesity from a tertiary care centre in southern India (Electron). *Med Sci (Basel).* 2022;10(4):56. <https://doi.org/10.3390/medsci10040056>
49. Veronese P, Hachul DT, Scanavacca MI, Hajjar LA, Wu TC, Sacilotto L, et al. Effects of anthracycline, cyclophosphamide and taxane chemotherapy on QTc measurements in patients with breast cancer. *PLoS One.* 2018;13(5):e0196763. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196763>
50. Tonry C, Russell-Hallinan A, McCune C, Collier P, Harbinson M, Dixon L, et al. Circulating biomarkers for management of cancer therapeutics-related cardiac dysfunction. *Cardiovasc Res.* 2023;119(3):710-28. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac087>
51. Essa H, Wright DJ, Dobson R, Lip GYH. Chemotherapy-Induced Arrhythmia - Underrecognized and Undertreated. *Am J Med.* 2021;134(10):1224-31. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2021.05.026>
52. Giraud EL, Ferrier KRM, Lankheet NAG, Desar IME, Steeghs N, Beukema RJ, et al. The QT interval prolongation potential of anticancer and supportive drugs: a comprehensive overview. *Lancet Oncol.* 2022;23(9):e406-e415. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(22\)00221-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(22)00221-2)
53. Gerodias FR Jr, Tan MK, De Guzman A, Bernan A, Locnen SA, Apostol-Alday A, et al. Anthracycline-Induced Cardiotoxicity in Breast Cancer Patients: A Five-Year Retrospective Study in 10 Centers. *Cardiol Res.* 2022;13(6):380-92. <https://doi.org/10.14740/cr1442>
54. Armenian SH, Lacchetti C, Barac A, Carver J, Constine LS, Denduluri N, et al. Prevention and Monitoring of Cardiac Dysfunction in Survivors of Adult Cancers: American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline. *J Clin Oncol.* 2017;35(8):893-911. <https://doi.org/10.1200/JCO.2016.70.5400>
55. McGowan JV, Chung R, Maulik A, Piotrowska I, Walker JM, Yellon DM. Anthracycline chemotherapy and cardiotoxicity. *Cardiovasc Drugs Ther.* 2017;31(1):63-75. <https://doi.org/10.1007/s10557-016-6711-0>
56. Moraes JC, Nunes FDD, Coeli-Lacchini FB, Miyazaki AHL, Flória-Santos M, Lacchini R. Nurse empowerment through Pharmacogenetics. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 2020;28:e3265. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.3415.3265>
57. Lopes-Júnior LC. The era of precision medicine and its impact on nursing: paradigm shifts? *Rev Bras Enferm.* 2021;74(5):e740501. <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2021740501>
58. Lopes-Júnior LC, Veronez LC. Personalized Care for Patients with Cancer in the Precision-Medicine Era. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(4):3023. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043023>
59. Lopes-Júnior LC. Personalized Nursing Care in Precision-Medicine Era. *SAGE Open Nurs.* 2021;7:23779608211064713. <https://doi.org/10.1177/23779608211064713>
60. Lopes-Júnior-LC. Precision Nursing: advances and challenges in implementation. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* 2025;33:e4684. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.8046.4684>
61. Lopes-Júnior LC, Olson K, Bomfim EO, Pereira-da-Silva G, Nascimento LC, Lima RAG. Translational research

and symptom management in oncology nursing. *Br J Nurs.* 2016;25(10):S12, S14, S16 passim. <https://doi.org/10.12968/bjon.2016.25.10.S12>

Contribución de los autores

Criterios obligatorios

Que exista una contribución sustancial a la concepción o diseño del artículo o a la adquisición, análisis o interpretación de los datos para el trabajo; que se haya participado en la redacción del trabajo de investigación o en la revisión crítica de su contenido intelectual; que se haya intervenido en la aprobación de la versión final que vaya a ser publicada y que se tenga capacidad de responder de todos los aspectos del artículo de cara a asegurar que las cuestiones relacionadas con la exactitud o integridad de cualquier parte del trabajo están

adecuadamente investigadas y resueltas: Karoline Neumann, Luís Carlos Lopes-Júnior, Wesley Rocha Grippa, Naira Santos D'Agostini, Sara Isabel Pimentel de Carvalho Schuab, Karolini Zuqui Nunes.

Contribuciones específicas

Curación de datos: Karoline Neumann, Luís Carlos Lopes-Júnior, Wesley Rocha Grippa, Naira Santos D'Agostini, Sara Isabel Pimentel de Carvalho Schuab, Karolini Zuqui Nunes. **Obtención de financiación:** Luís Carlos Lopes-Júnior. **Supervisión y gestión del proyecto:** Luís Carlos Lopes-Júnior.


Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Todos los datos generados o analizados durante este estudio están incluidos en este artículo publicado.

Recibido: 29.04.2024
Aceptado: 13.08.2025

Editor Asociado:
Ricardo Alexandre Arcêncio

Autor de correspondencia:
Luís Carlos Lopes-Júnior
E-mail: lopesjr.lc@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-2424-6510>

Copyright © 2026 Revista Latino-Americana de Enfermagem
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.

Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.