Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Análise do perfil infanto-juvenil da leucemia linfoide na região norte entre os anos de 2015 a 2024

Analysis of the profile of childhood and adolescent lymphoid leukemia in the northern region between the years 2015 and 2024

Análisis del perfil de la leucemia linfoide infantil y adolescente en la región norte entre los años 2015 y 2024

Samara de lima Ferreira[1], Laise Maria Duarte Alvarez[1], Evely Victoria dos Reis Gonçalves[1], Flávia Thamires Barbosa da Silva[1].

RESUMO

Objetivo: Analisar a ocorrência de Leucemias Linfoides de 0 a 19 anos na região Norte, de 2015 a 2024. **Métodos:** Estudo quantitativo, descritivo epidemiológico com dados no DATASUS. Os parâmetros incluíram faixa etária, sexo, unidade federativa e comparação entre Leucemia Linfoide e Leucemia Mieloide. **Resultados:** As leucemias linfoides são classificadas em leucemia linfoide aguda (LLA) e leucemia linfoide crônica (LLC). Uma analise entre 2015 e 2024 foi visto que a leucemia linfoide aguda teve maior incidência em crianças de 2 e 5 anos, com o registro de 788 casos, sendo o total de 2.346 casos. Comprovou-se que os casos foi maior no sexo masculino tendo 1.368 casos, enquanto o sexo feminino apresentou 978. O Pará manifestou maior números de casos, com 1.439 casos. Verificou-se que as Leucemias Linfoides são mais frequentes em relação das Leucemias Mieloides, com o registro de 2.346 casos de Leucemia Linfoide e 345 casos de Mieloide. **Conclusão:** Conclui-se que a identificação de fatores genéticos e socioeconômicos, são de grande importância para o diagnóstico na região Norte, bem como para subsidiar políticas públicas, estratégias de prevenção, diagnóstico precoce e melhoria do acesso aos serviços de saúde pediátrica, especialmente em regiões com desigualdades significativas.

Palavras-chaves: Leucemia linfoide, Infância, Epidemiologia, Região Norte.

ABSTRACT

Objective: To analyze the occurrence of Lymphoid Leukemias in children aged 0 to 19 years in the Northern region of Brazil, from 2015 to 2024. **Methods:** A quantitative, descriptive epidemiological study using data from DATASUS. Parameters included age group, sex, federative unit, and a comparison between Lymphoid Leukemia and Myeloid Leukemia. **Results:** Lymphoid leukemias are classified as acute lymphoid leukemia (ALL) and chronic lymphoid leukemia (CLL). An analysis between 2015 and 2024 showed that acute lymphoid leukemia had a higher incidence in children aged 2 to 5 years, with 788 cases registered, out of a total of 2,346 cases. It was found that there were more cases in males (1,368 cases) than in females (978 cases). Pará had the highest number of cases, with 1,439 cases. It was found that Lymphoid Leukemias are more frequent than Myeloid Leukemias, with 2,346 cases of Lymphoid Leukemia and 345 cases of Myeloid Leukemia recorded. **Conclusion:** It is concluded that the identification of genetic and socioeconomic factors is of great importance for diagnosis in the Northern region, as well as for supporting public policies, prevention strategies, early diagnosis, and improved access to pediatric health services, especially in regions with significant inequalities.

Keywords: Lymphoid leukemia, Childhood, Epidemiology, Northern Brazil.

[1] Universidade da Amazônia (UNAMA), Ananindeua – PA.

SUBMETIDO EM: 10/2025 | **ACEITO EM: 11/2025** | **PUBLICADO EM: 3/2026**

RESUMEN

Objetivo: Analizar la ocurrencia de leucemias linfoides en niños de 0 a 19 años en la región norte de Brasil, de 2015 a 2024. **Métodos:** Estudio epidemiológico descriptivo cuantitativo utilizando datos de DATASUS. Los parámetros incluyeron grupo de edad, sexo, unidad federativa y una comparación entre leucemia linfoide y leucemia mieloide. **Resultados:** Las leucemias linfoides se clasifican como leucemia linfoide aguda (LLA) y leucemia linfoide crónica (LLC). Un análisis entre 2015 y 2024 mostró que la leucemia linfoide aguda tuvo una mayor incidencia en niños de 2 a 5 años, con 788 casos registrados, de un total de 2.346 casos. Se encontró que hubo más casos en hombres (1.368 casos) que en mujeres (978 casos). Pará tuvo el mayor número de casos, con 1.439 casos. Se encontró que las leucemias linfoides son más frecuentes que las leucemias mieloides, con 2346 casos de leucemia linfoide y 345 de leucemia mieloide registrados. **Conclusión:** Se concluye que la identificación de factores genéticos y socioeconómicos es fundamental para el diagnóstico en la región Norte, así como para apoyar políticas públicas, estrategias de prevención, diagnóstico precoz y un mejor acceso a los servicios de salud pediátrica, especialmente en regiones con importantes desigualdades.

Palabras clave: Leucemia linfoide, Infancia, Epidemiología, Región Norte.

INTRODUÇÃO

A leucemia é um câncer que se origina nas células-tronco da medula óssea. Na medula óssea ocorrem as produções dos elementos sanguíneos: leucócitos, hemácias e plaquetas. A enfermidade ocorre quando uma célula sanguínea imatura apresenta mutações genéticas, transformando-a em uma célula cancerígena. As células defeituosas se dividem de forma descontrolada, e substituem as células sanguíneas saudáveis, prejudicando a produção na medula óssea (INCA, 2024).

Elas se classificam de acordo com progressão, velocidade e tipo de células que apresentam anormalidade, sendo as leucemias linfoides subdivididas em dois subtipos: aguda e crônica. A leucemia linfoide aguda (LLA) trata-se de uma neoplasia hematológica maligna, que tem como caraterística a proliferação exagerada de células linfoides imaturas na medula óssea (ALMAIMAN A, et al., 2018).

A LLA é o câncer pediátrico mais comum, principalmente em crianças de 1 a 4 anos, por essa faixa etária ser mais suscetível a mutações genéticas, variantes genéticas herdadas também podem aumentar o risco de a criança desenvolver a doença (MALARD F, et al., 2020).

Diante deste contexto, a pesquisa busca analisar a ocorrência das leucemias linfoides no público infanto-juvenil na região Norte do Brasil no período de 2015 a 2024. Com o intuito de colaborar para a compreensão do perfil epidemiológico da doença, identificando padrões regionais e contribuindo para o aperfeiçoamento das estratégias de diagnóstico e tratamento voltados para essa faixa etária.

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer, a leucemia constitui um importante problema de saúde pública no Brasil. Para o triênio de 2023 a 2025, estima-se a ocorrência de aproximadamente 11.540 novos casos de leucemia por ano no país, considerando ambos os sexos, o que corresponde a um risco estimado de 5,33 casos por 100.000 habitantes (INCA, 2024).

Em nível global, dados do Global Cancer Observatory (GLOBOCAN), indicam que a leucemia, considerando todos os seus subtipos, apresenta taxas relevantes de incidência e mortalidade em diversas regiões do mundo. As estimativas globais apontam para uma taxa padronizada de incidência de aproximadamente 5,3 casos por 100.000 habitantes, com maior impacto em países com menor acesso ao diagnóstico precoce e ao tratamento adequado (IARC, 2020).

MÉTODOS

Essa pesquisa é um estudo de abordagem quantitativa, de natureza descritiva e de caráter epidemiológico correspondendo aos registros de diagnósticos de leucemias linfoides na região Norte do Brasil, sendo considerada a população infanto juvenil definida entre 0 e 19 anos, no período de 2015 a 2024. Os dados foram disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), com subcategoria do tempo de inicio de tratamento oncologico (PAINEL) da oncologia.Uma das limitações deste

estudo refere-se à utilização desses dados secundários, os quais apresentam restrições quanto ao nível de detalhamento das informações. Durante a coleta e análise dos dados, observou-se dificuldade na distinção entre os casos de LLA e LLC, uma vez que, em determinados registros, essas patologias encontram-se agrupadas sob uma mesma classificação. Essa limitação pode comprometer a análise comparativa entre os diferentes tipos de leucemia linfoide, restringindo interpretações mais específicas sobre o perfil epidemiológico de cada condição.

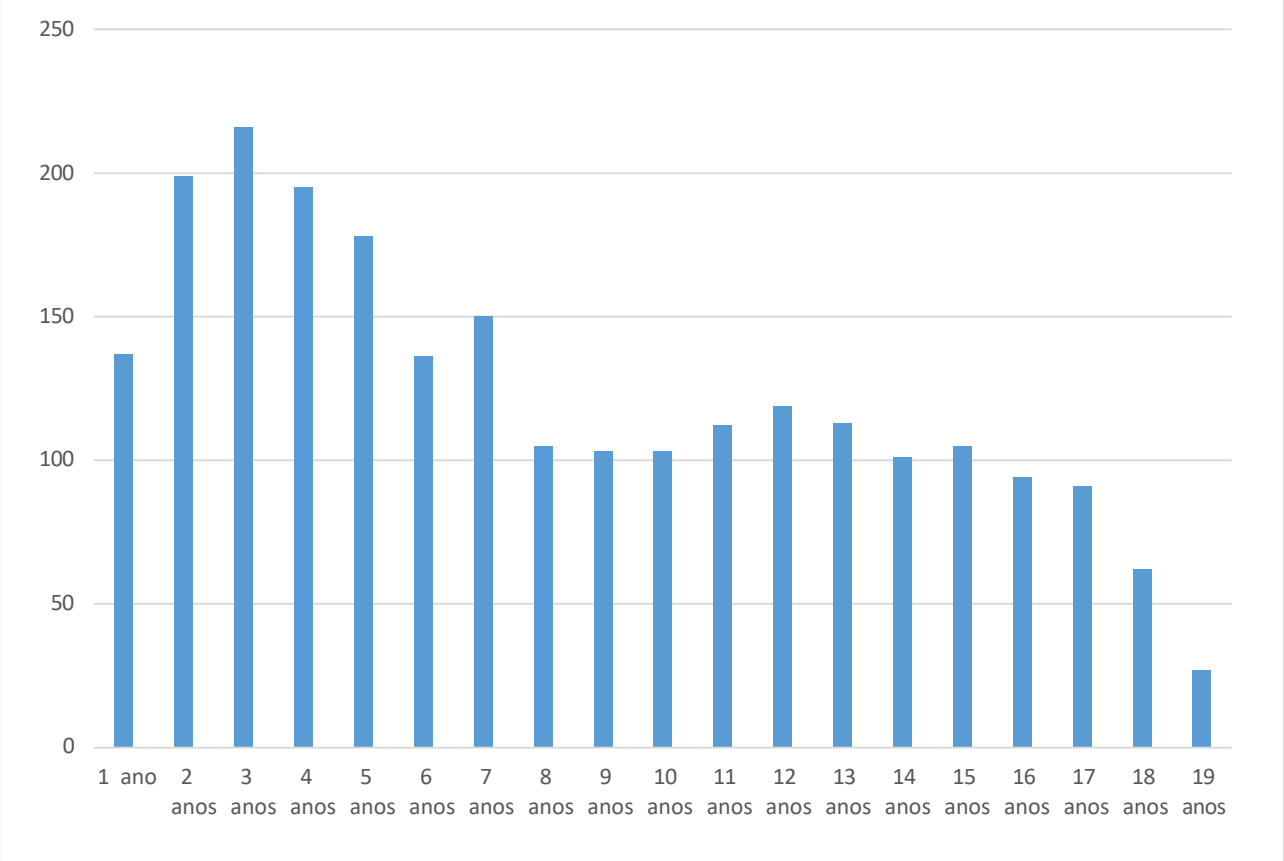
As explanações usadas neste trabalho foram alcançadas de fontes secundarias, de domínio público, por este motivo não houve a necessidade de submissão e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos. Para o estudo das informações sociodemográficas e assistenciais de saúde foram examinadas as variáveis: casos de Leucemias Linfoides por faixa etária, sexo, Unidade Federativa de Residência e tipo de Leucemia..

Os dados reunidos foram dispostos e tabulados no programa software Microsoft Excel 2017, onde foram calculadas as frequências absolutas de cada variável analisada. No mesmo programa foram construídos os gráficos usados na apresentação dos resultados. A discussão dos resultados obtidos foram fundamentados na literatura cientifica atual, com o intuito de justificar os padrões epidemiológicos identificados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

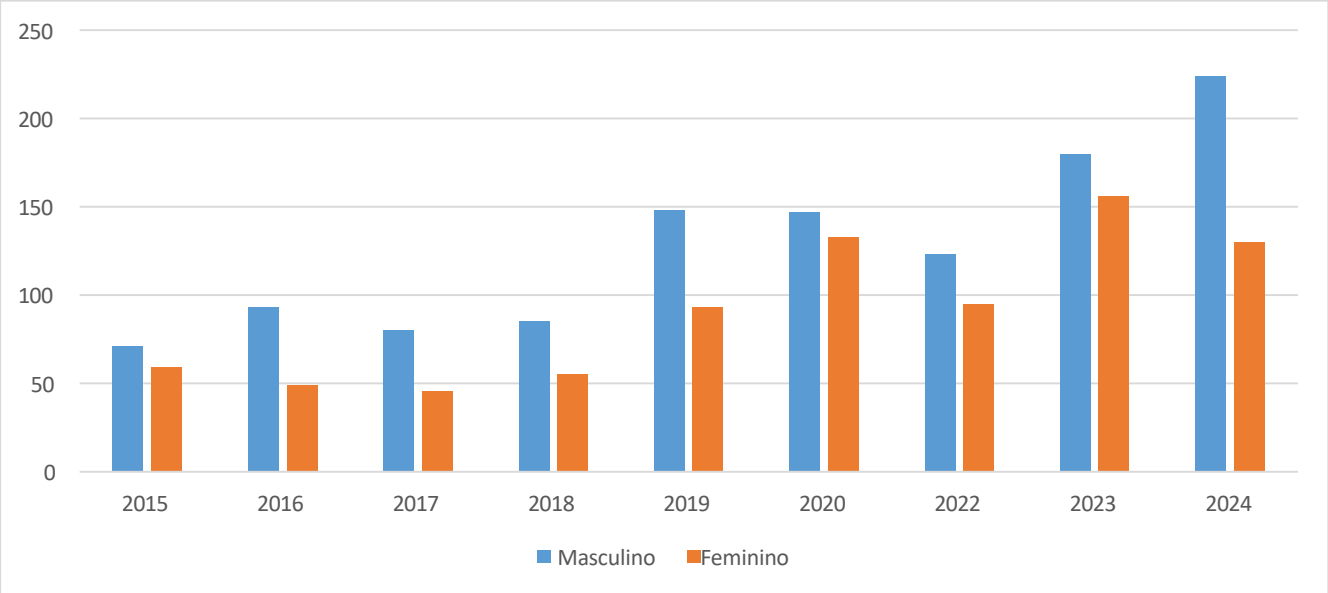
Após a análise dos dados extraídos da plataforma DATASUS, observou-se que a ocorrência de casos de leucemia linfoide foi maior entre as idades de 2 a 5 anos com 33,6% dos casos (n=788), de um total de 2.346 pacientes avaliados no perfil infanto-juvenil escolhido para esse estudo (**Figura 1**). Sobre a variável sexo, comprovou-se que o número de casos no sexo masculino foi superior ao do sexo feminino (**Figura 2**), com ocorrência 58,32% em meninos (n=1.368) e 41,68% em meninas (n=978).

Figura 1 - Casos de Leucemia Linfoide de acordo com a faixa etária na região Norte do Brasil (2015- 2024).



Fonte: Alvarez LMD, et al., 2026.

Figura 2 - Casos de Leucemia Linfoide de acordo com o sexo e ano de diagnóstico na região Norte do Brasil (2015-2024).



Fonte: Alvarez LMD, et al., 2026.

Uma análise do estudo em Minas Gerais realizada por Resende DPM, et al. (2024) sobre a leucemia linfoide, identificou 1.745 casos no período de 2017 a 2024. Nessa avaliação o sexo masculino obteve maior incidência de casos (59,31%), na faixa etária de 0 a 19 anos; e a idade de 3 anos (4,18%) foi a mais acometida pela doença. Carvalho R, et al. (2024) realizaram um levantamento na região Centro Oeste, de 2018 a 2024, com registro de 1.097 casos de leucemias linfoides. O sexo mais acometido foi o masculino, representando 58,79% de casos, com faixa etária de 0 a 19 anos correspondendo a 49,6%.

Em São Paulo no ano de 2020, foi feita uma análise da sobrevida de crianças com LLA, entre 1997 e 2013. Foram incluídos 1.403 casos de crianças de 0 a 14 anos, observou-se que o sexo masculino e faixa etária de 0 a 4 anos foram mais afetadas. De acordo com os autores dessa análise, fatores genéticos e ambientais facilitam a ocorrência da LLA na infância, porém devido a melhor regeneração celular infantil há mais probabilidade de cura (SILVA FF e LATORRE MRDO, 2020).

Diversos estudos fazem o levantamento de hipóteses para esclarecer a alta ocorrência na faixa etária infantil. As causas podem estar relacionadas com situações que ocorrem na gestação, como exposições fatoriais, ou com a herança genética. Nesse contexto, um dos fatores causais é a exposição a pesticidas nas residências e proximidades, além da pulverização agrícola a qual a mãe pode ter sido exposta. Os danos são devidos sua carcinogênese química, com ligação molecular entre pesticidas e o código genético das células, desencadeando multiplicação descontrolada e aumentando as chances da leucemia infantil, principalmente da LLA (SILVA GCP, et al., 2024).

Uma revisão bibliográfica feita com 49 artigos mostrou que 76,92% dos trabalhos associaram a exposição da mãe a pesticidas à ocorrência de leucemia em crianças, enquanto 38,46% evidenciaram a exposição após o nascimento como fator de risco. A LLA foi mais prevalente, identificada em 84,61% dos estudos, seguida da LMA em 61,53%. O risco mostrou-se maior em meninos, com diferença de 4% em relação às meninas (SILVA GCP, et al., 2024).

Um estudo hospitalar, analisou 292 casos de leucemia, em crianças de 0–12 anos, entre 1991 e 2007. Foi feito um questionário de hábitos de vida das mães no período de gestação e a partir dele observado que o tabagismo materno pode ter influenciado em alguns casos, visto que compostos carcinogênicos podem ultrapassar a barreira placentária, induzindo mutações no DNA ou modulando o metabolismo (FERREIRA JM, et al., 2012).

As radiações no corpo humano também são fatores que podem desencadear efeitos cancerígenos, como radiações ionizantes e não ionizantes. As Ionizantes podem ocorrer com a proximidade a instalações nucleares ou exposição de radiações e raio-X. As não ionizantes como radiação UV na gestação também são fatores de risco. Quanto maior a quantidade de tempo exposto, maior as chances de desencadear leucemias, devido a carga de radiação (CARDIS E, et al., 2005; FARAHATE et al., 2000; JABLON; KATO, 1970; TRONKO et al., 1999).

Além de exposições ambientais, fatores genéticos abordados em uma análise de literatura de Schräder JR, et al. (2024) sobre a observação da LLA em crianças portadoras de trissomia do cromossomo 21, levanta uma relação entre síndromes genéticas e a suscetibilidade de desenvolver leucemias. Essa análise apresentou que crianças portadoras de trissomia 21 possuem um risco maior de desenvolver leucemias, entre 10 e 20 vezes mais probabilidade do que crianças sem a síndrome. Essa probabilidade se dá devido a maior variedade de mutações gênicas, com a presença de cromossomos a mais que o padrão, dessa forma, alterações podem recorrer, interferindo nas células sanguíneas saudáveis e tornando-as cancerígenas.

Harrison CJ (2021),relatam que dois estágios influenciam da ocorrência de LLA na infância, o período embrionário com a exposição da mãe e após o nascimento do bebê. A ausência de exposição microbiana na infância, como parto cesáreo, ausência de amamentação ou baixa interação no meio externo, compromete o desenvolvimento do microbioma e do sistema imunológico. E assim, as chances de vulnerabilidade a infecções tardias que atuam como promotoras podem se manifestar, com formação de interações pré-leucêmicas ou respostas imunológicas por infecções, respectivamente. O estímulo à amamentação materna e à socialização infantil, podem ser fatores de contribuição para prevenir leucemias, elevando o microbioma intestinal e a maturação da imunidade. Com tudo, ainda é necessário mais estudo para concluir sua eficácia.

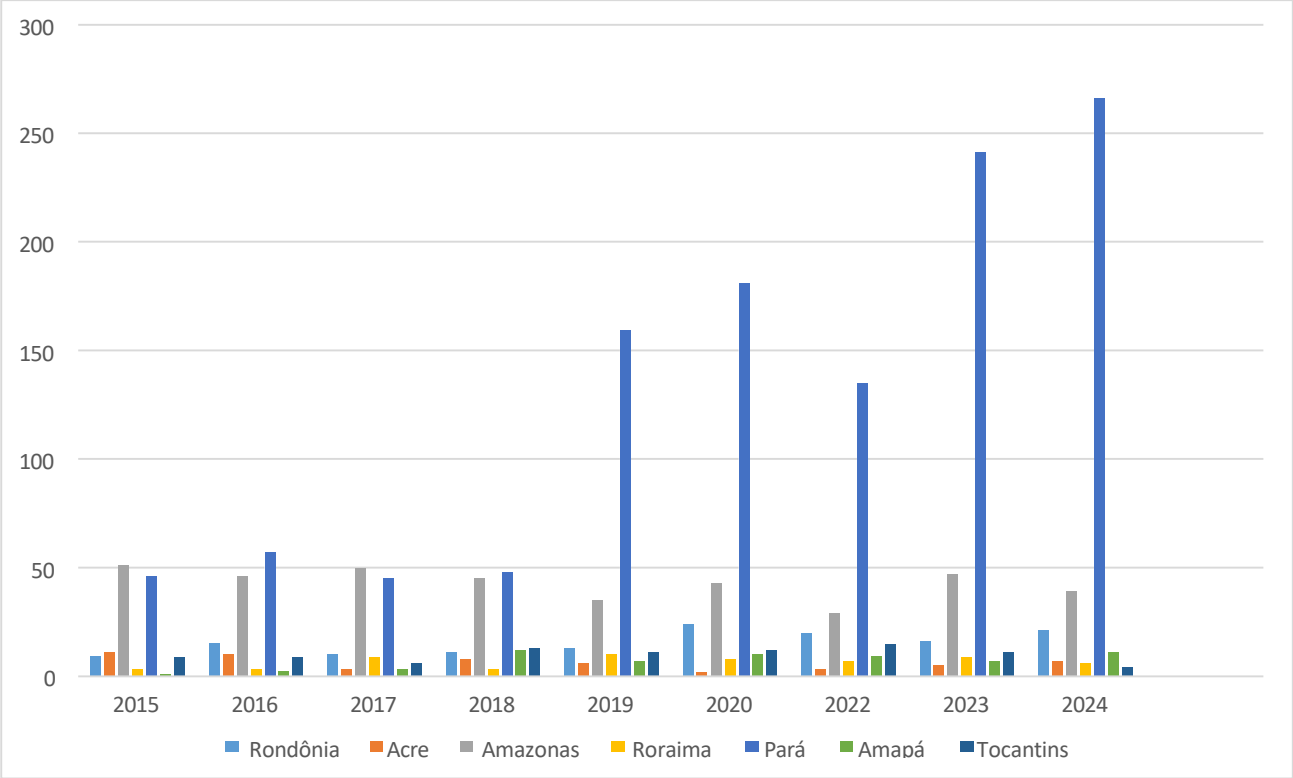
Sobre a maior ocorrencia no sexo masculino, esse fato pode ser explicado por uma combinação de fatores genéticos, hormonais e imunológicos. Nas doenças hematológicas é visto a perda de genes de cromossomos sexuais, sobretudo de genes supressores de tumor, que se localizam no cromossomo X. Os indivíduos do sexo masculino por possuírem apenas um cromossomo X se tornam mais vulneráveis a essas alterações hematológicas (LU X, et al., 2017).

Os hormônios sexuais, desempenham papel direto na hematopoiese normal e maligna. O estrogênio hormônio mais abundante em meninas possui efeito imunoestimulador e protetor, fazendo com que ocorra a apoptose de células alteradas de forma elevada. De outro modo o hormônio testosterona, predominante nos meninos apresenta efeito imunossupressor, contribuindo para a proliferação celular e menor capacidade de eliminação de células leucêmicas (SMITH J, et al., 2020).

Outro importante fator é a diferença imunológica entre os sexos. As meninas possuem dois cromossomos X, alguns dos genes do cromossomo X não ficam inativos e muitos desses estão relacionados ao sistema imune, garantindo uma resposta imunológica maior contra células anormais. Nos meninos é observada também a perda do cromossomo Y em células imunes, o que atinge as funções dos monócitos, células NK e linfócitos B. facilitando o crescimento de clones leucêmicos (CLARKE A, et al., 2016).

Em relação a análise dos dados das unidades federativas da região Norte (**Figura 3**), notou-se a maior frequência no estado do Pará com 61,33% (n=1.439) dos casos, seguido dos estados Amazonas com 18,88% (n=443), Rondônia 6,78% (n=159), Tocantins 4,09% (n=96), Amapá 3,33% (n=78), Roraima 2,81% (n=66) e Acre 2,77% (n=65).

Figura 3 - Casos de Leucemia Linfoide por unidades federativas de residência e ano de diagnóstico (2015-2024).



Fonte: Lima SLF, et al., 2026.

De 2013 até 2023 foram registrados 9.009 casos por câncer em todo Brasil, dos quais 55% são por leucemias. A região norte leva o título de a segunda região mais afetada em número de casos por leucemias, dentre o período analisado foram observados 574 casos de linfomas e leucemias só no estado do Pará. (CARVALHO R, et al., 2025). Ademais, de 2019 a 2023, a região norte contabilizou 5.820 internações por leucemias registrados pelo Sistema único de saúde (SOUZA HDSC, et al., 2024).

Como e possível analisar na figura (3), o Pará tem a maior frequência no número de casos em comparações com outros estados da região Norte. Não se tem um registro concreto do motivo pelo qual existe essa predominância, porem alguns fatores podem estar relacionados, como a questão habitacional. O Pará possui aproximadamente o dobro da população do amazonas, que e o segundo estado mais populoso da região (IBGE, 2025).

As diferenças regionais observadas na Região Norte, quando comparadas às demais regiões do Brasil, refletem um conjunto de fatores demográficos, ambientais e socioeconômicos que influenciam diretamente a incidência e o diagnóstico das leucemias, especialmente LLA. Enquanto regiões como Sudeste e Sul apresentam maior número absoluto de casos, em razão da maior densidade populacional e da melhor estrutura dos serviços de saúde, o Norte destaca-se por elevadas taxas proporcionais, associadas a limitações no acesso aos serviços especializados, subnotificação e diagnóstico tardio (INCA, 2023).

Além da questão populacional, um dos fatores de risco que pode contribuir para o aumento da ocorrência desse tipo de câncer é a exposição a agentes mutagênicos ambientais, como pesticidas e agrotóxicos. Em regiões amazônicas, como o Pará, existem altos níveis de exposição a esses agentes tóxicos tornando-se um fator de risco, já que uma parcela da população é composta por ribeirinhos e agrícolas que ficam mais suscetíveis (INCA 2023). Estudos mostram que exposição a agentes tóxicos como pesticidas, dobram as chances da criança desenvolver leucemia ao longo do tempo (VAN MAELE-FABRY G, et al., 2021).

A exposição ambiental configura-se como um dos principais fatores potencialmente relacionados à maior incidência de leucemias na Região Norte. A intensa atividade agrícola e o uso de pesticidas e agrotóxicos em

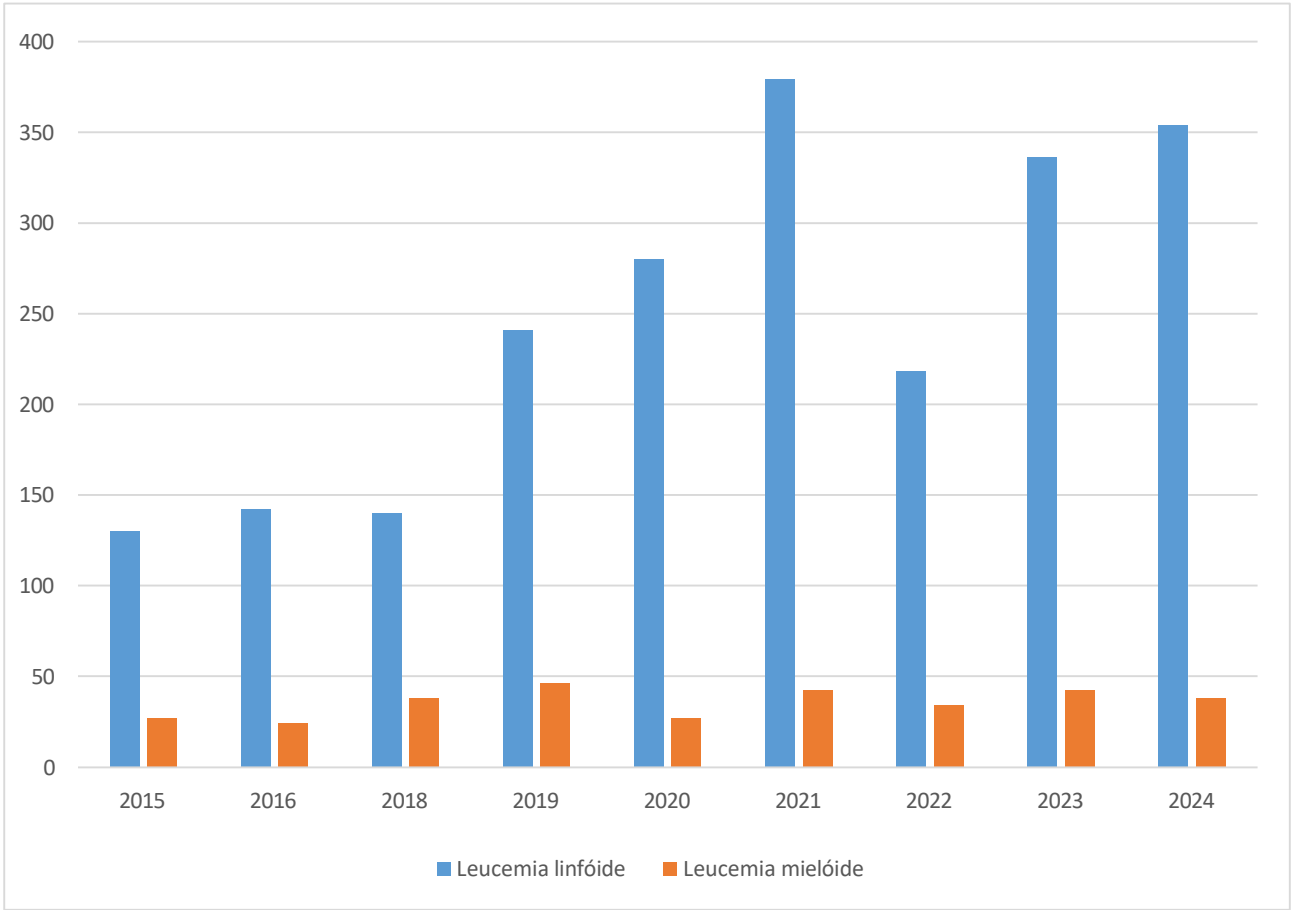
áreas rurais e ribeirinhas aumentam a exposição a agentes mutagênicos, os quais têm sido consistentemente associados ao risco aumentado de LLA na infância. Estudos nacionais e internacionais apontam que a exposição crônica a pesticidas, especialmente durante o período pré-natal e nos primeiros anos de vida, pode duplicar o risco de desenvolvimento da doença (TURNER et al., 2021).

A desigualdade socioeconômica exerce impacto significativo na vigilância epidemiológica e no diagnóstico precoce das leucemias na Região Norte. Fatores como baixa escolaridade, renda limitada, barreiras geográficas e escassez de serviços de saúde especializados dificultam o reconhecimento precoce dos sinais e sintomas, atrasando o diagnóstico e o início do tratamento. Essas limitações contribuem para piores desfechos clínicos quando comparados a regiões com maior cobertura e organização da atenção básica e da rede de oncologia pediátrica (CAETANO et al., 2024).

No cenário internacional, estudos realizados em regiões tropicais da América Latina, África e Sudeste Asiático demonstram padrões semelhantes aos observados no Norte do Brasil, com incidência relevante de LLA associada a fatores ambientais, socioeconômicos e estruturais dos sistemas de saúde. Pesquisas conduzidas no México, Colômbia e países do Sudeste Asiático indicam maior vulnerabilidade de populações infantis expostas a pesticidas, infecções precoces e condições de vida precárias, reforçando o papel do contexto ambiental e social na epidemiologia da doença (MALARD F, et al., 2020).

A partir da análise comparativa entre a ocorrência das Leucemias Linfoides e Mieloides na região Norte no público-alvo desse estudo (**Figura 4**), verificou-se a maior frequência de LL (n= 2.346 casos) em comparação com a LM (n=345 casos), evidenciando o perfil infanto juvenil das leucemias linfoides na região Norte do Brasil.

Figura 4 - Casos de Leucemia Linfoide e Leucemia Mieloide segundo ano de diagnostico na região Norte do Brasil (2015-2024).



Fonte: Reis EVRA, et al., 2026.

A leucemia no geral, afeta qualquer faixa etária, distinguindo apenas sua forma de diferenciação. A LLA, é mais comum na infância e adolescência, afetando indivíduos entre 0-20 anos, com pico de incidência entre 2 a 5 anos. Ademais, a LMA é mais prevalente em adultos, acima de 66 anos, com 54% dos pacientes diagnosticados após os 65 anos e 33% acima dos 75 anos. Levantamentos Como este constatam que as leucemias linfoides são mais comuns no perfil infanto-juvenil do que as mieloides (RIES L, 2005).

Os cânceres pediátricos possuem apenas 5% de predisposição genética, porém se durante a gestação o feto e a mãe são expostos a radiação ou agentes mutagênicos essa probabilidade se eleva. A distinção entre as faixas etárias e suas manifestações destacam diferenças biológicas entre eles, tornando essencial evidenciar que a incidência de Leucemia linfoide é um quadro pediátrico, enquanto a mieloide e uma quadro adulto e idoso (SIEGEL RL, et al., 2024).

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2023), o diagnóstico precoce é um dos principais determinantes para o sucesso medicinal e para a qualidade de vida dos pacientes pediátricos, reforçando a necessidade de políticas públicas eficazes e abrangentes sobre a saúde infantil. Dessa forma, a implementação de programas de detecção antecipada possibilita mais rapidez no tratamento, elevando as chances de cura e reduzindo a mortalidade com a doença. Além disso, campanhas de educação de saúde para a população em geral, contribuem para o rastreamento, diagnóstico e reconhecimento dos sintomas primários de neoplasias malignas.

A maior incidência da leucemia linfoide em relação à leucemia mieloide no público infantojuvenil pode ser explicada por fatores biológicos e epidemiológicos relacionados ao desenvolvimento do sistema hematopoético na infância. Nesse período, o sistema linfoide encontra-se em intensa atividade proliferativa, especialmente durante a maturação dos linfócitos, o que aumenta a suscetibilidade a erros genéticos capazes de desencadear a transformação neoplásica. Além disso, a leucemia linfoide está frequentemente associada a eventos genéticos precoces, possivelmente iniciados ainda no período intrauterino, combinados a fatores ambientais e infecciosos ao longo da infância. Em contrapartida, a leucemia mieloide está mais relacionada ao acúmulo progressivo de mutações ao longo da vida e à exposição prolongada a agentes ambientais, sendo, portanto, mais prevalente em adultos, o que justifica sua menor incidência na população infantojuvenil analisada (INCA, 2023).

CONCLUSÃO

Entre os dados analisados, observou-se que a leucemia linfoide na região Norte do Brasil, entre 2015 a 2024, teve maior ocorrência em crianças de 2 a 5 anos, entre a faixa de 0-19 anos. O sexo masculino foi mais frequente, sendo o estado do Pará com maior número de notificações e sendo a Leucemia linfoide com mais casos que a mieloide. Os resultados contribuem para ações de vigilância epidemiológica e direcionamento de políticas públicas de saúde voltadas à população infantojuvenil. A identificação de maior incidência de leucemias em crianças menores de cinco anos reforça a importância do acompanhamento clínico e realização de exames laboratoriais, que possibilitam a detecção precoce de alterações hematológicas. Além disso, ao comparar a entre as leucemias linfoides e mieloides, a origem celular, comportamento clínico e distribuição etária são diferentes. A concentração de casos no estado do Pará indica falta de estudos regionais mais aprofundados, que avaliem o meio socioambiental, como a exposição a agentes químicos, condições socioeconômicas e acesso aos serviços de saúde. Dessa forma, este trabalho constitui relevância para futuras pesquisas e implementações de medidas à detecção, redução da morbimortalidade e a melhoria do prognóstico das Leucemias infantis.

REFERÊNCIAS

1. ALMAIMAN A, et al. Perfil proteômico da leucemia linfoide. Revista do Colégio de Médicos e Cirurgiões – Paquistão: JCPSP, 2018; 28(2): 133-145.
2. CARDIS E, et al. Radiation dose and cancer risk: assessment of studies of nuclear workers. Radiation Research, 2007; 167(4): 396–416.

3. CARVALHO R, et al. Incidência de linfomas e leucemias na Região Norte (2013–2023). J. Health Biol. Sci., 2025; 13(1): e5798.
4. CLARKE A, et al. X chromosome gene activation in female immune cells. PMC, 2016. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4833277/. Acessado em: 9 de novembro de 2025.
5. DE SOUZA HDSC, et al. Panorama epidemiológico das internações por leucemia em crianças até 9 anos no Brasil (2019–2023). Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, 2024; 6(8): 5173–5187.
6. FERREIRA JM. Incidência, mortalidade e sobrevida de leucemia e linfoma no município de Fortaleza, Ceará. Dissertação — Fiocruz, 2010.
7. HARRISON CJ. Preventing childhood leukaemia through lifestyle changes. Leukemia, 2021; 35(5): 1265–1266.
8. IBGE. Pará – Cidades e Estados. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa.html. Acessado em: 1 out. 2025.
9. INCA. Leucemia. Rio de Janeiro: INCA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inca. Acessado em: 31 out. 2025.
10. INCA. Estimativa 2023: Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2023. Disponível em: https://www.inca.gov.br/estimativa. Acessado em: 31 out. 2025.
11. LU X, et al. X chromosome-linked tumor suppressor genes and leukemia susceptibility in males. PMC, 2017.
12. MALARD F, et al. Acute lymphoblastic leukaemia. The Lancet, 2020; 395: 1146–1162.
13. RESENDE DPM, et al. Perfil epidemiológico da leucemia linfoide em Minas Gerais (2017–2024). Hematology, Transfusion and Cell Therapy, 2024; 46(S4): S1046.
14. RIES L. SEER Cancer Statistics Review, 1975–2002. Disponível em: https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2002/. Acessado em: 23 jun. 2025.
15. SCHRÄDER JR, et al. Uma análise da LLA em crianças com síndrome de Down. Revista Caderno Pedagógico, 2024; 21(8): 1–14.
16. SIEGEL RL, et al. Cancer statistics 2024. CA Cancer J Clin, 2024; 74(1): 12–49.
17. SILVA FF, LATORRE MRDO. Sobrevida das LLA em crianças de SP. Cadernos de Saúde Pública, 2020; 36(3): e00008019.
18. SILVA GCP, et al. Exposição parental a pesticidas e risco de leucemia infantil. Hematology, Transfusion and Cell Therapy, 2024; 46(S4): S1-S1267.
19. SMITH J, et al. Estrogen-mediated immune protection and apoptosis in hematopoietic cells. PMC, 2020.
20. VAN MAELE-FABRY G, et al. Exposure to pesticides and childhood leukemia risk. Environmental Pollution, 2021; 285: 117376.