



CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA

FABÍOLA SAMBATTI LALLI

**DIAGNÓSTICO PRECOCE DA LEUCEMIA INFANTIL E SEUS
IMPACTOS POSITIVOS NAS PERSPECTIVAS
TERAPÊUTICAS E PROGNÓSTICAS**

FABÍOLA SAMBATTI LALLI

**DIAGNÓSTICO PRECOCE DA LEUCEMIA INFANTIL E SEUS
IMPACTOS POSITIVOS NAS PERSPECTIVAS
TERAPÊUTICAS E PROGNÓSTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado
em Biomedicina da Faculdade de
Apucarana – FAP, como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientador: Profº Especialista Luciano
César Ferreira.

Apucarana
2025

FABÍOLA SAMBATTI LALLI

DIAGNÓSTICO PRECOCE DA LEUCEMIA INFANTIL E SEUS IMPACTOS POSITIVOS NAS PERSPECTIVAS TERAPÊUTICAS E PROGNÓSTICAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado
em Biomedicina da Faculdade de
Apucarana – FAP, como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina, com nota final igual a ____,
conferida pela Banca Examinadora
formada pelos professores:

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº Especialista. Cássio Lúcio Del Grossi
Faculdade de Apucarana

Profº Especialista. Luciano César
Ferreira Faculdade de Apucarana

Profº Me. Vinícius Lopes da Silva
Faculdade de Apucarana

Apucarana, ____ de ____ de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me sustentou em cada passo dessa caminhada.

Ao meu marido, meu companheiro incansável, e aos meus filhos, que com tanto amor e paciência esperavam pela mãe que chegava tarde da noite, mas nunca deixou de ser recebida com carinho. Vocês foram minha força, minha inspiração e meu maior motivo para continuar.

“Tudo parece impossível até que seja
feito.”

Nelson Mandela.

LALLI, Fabíola Sambatti. **Diagnóstico Precoce da Leucemia Infantil e Seus Impactos Positivos Nas Perspectivas Terapêuticas e Prognósticas**. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana - Pr. 2025.

RESUMO

A leucemia infantil é uma neoplasia hematológica que compromete a medula óssea, afetando a produção de células sanguíneas e aumentando a vulnerabilidade a infecções, anemias e distúrbios hemorrágicos. A Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) corresponde a cerca de 75% dos casos em crianças, sendo a forma mais prevalente e agressiva (INCA, 2022). O problema de pesquisa que orientou este estudo foi: quais são os principais fatores que influenciam o desenvolvimento da LLA em crianças e de que maneira o diagnóstico precoce pode contribuir para o aumento das chances de cura? Assim, o objetivo geral consistiu em compreender como o diagnóstico precoce pode elevar as taxas de sobrevida e melhorar a qualidade de vida das crianças acometidas. A fundamentação teórica apoia-se em autores como Greaves (2018), Bertelli (2011), Costa (2018) e Miranda (2013), que abordam desde os fatores genéticos e imunológicos até a importância do diagnóstico precoce e da atuação multiprofissional. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, baseada na análise de publicações nacionais e internacionais selecionadas segundo critérios específicos. Por se tratar de um estudo bibliográfico, não houve coleta de dados primários nem elaboração de planilhas de dados, uma vez que a pesquisa se fundamentou exclusivamente em fontes teóricas e documentais. Os resultados apontam que o reconhecimento precoce dos sinais clínicos, aliado a exames laboratoriais como hemograma, mielograma, imunofenotipagem e testes moleculares, é fundamental para a confirmação diagnóstica e definição de protocolos terapêuticos, destacando-se a atuação do biomédico nesse processo. Conclui-se que o diagnóstico precoce é decisivo para o sucesso do tratamento da LLA, aumentando as chances de cura e contribuindo para a qualidade de vida das crianças. Ressalta-se, ainda, a importância da atuação biomédica e da ampliação de políticas públicas que garantam acesso rápido ao diagnóstico e tratamento especializado.

Palavras-chave: Leucemia Linfoblástica Aguda. Diagnóstico precoce. Biomédico.

LALLI, Fabíola Sambatti. **Early Diagnosis of Childhood Leukemia and Its Positive Impacts on Therapeutic and Prognostic Perspectives** 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana - Pr. 2025.

ABSTRACT

Childhood leukemia is a hematologic neoplasm that affects the bone marrow, compromising the production of blood cells and increasing vulnerability to infections, anemia, and hemorrhagic disorders. Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) accounts for approximately 75% of cases in children, being the most prevalent and aggressive form (INCA, 2022). The research question guiding this study was: what are the main factors influencing the development of ALL in children, and how can early diagnosis contribute to increasing the chances of cure? Thus, the general objective was to understand how early diagnosis can raise survival rates and improve the quality of life of affected children. The theoretical framework is based on authors such as Greaves (2018), Bertelli (2011), Costa (2018), and Miranda (2013), who address genetic and immunological factors as well as the importance of early diagnosis and multidisciplinary collaboration. This is a bibliographic study with a qualitative approach, based on the analysis of national and international publications selected according to specific criteria. The results indicate that early recognition of clinical signs, together with laboratory tests such as complete blood count, bone marrow examination, immunophenotyping, and molecular tests, is essential for diagnostic confirmation and the definition of therapeutic protocols, highlighting the role of biomedical professionals in this process. It is concluded that early diagnosis is crucial for the successful treatment of ALL, increasing the chances of cure and contributing to a better quality of life for children. Furthermore, the study emphasizes the importance of biomedical practice and the expansion of public policies to ensure quick access to diagnosis and specialized treatment.

Keywords: Acute Lymphoblastic Leukemia. Early Diagnosis. Biomedical Professional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição Etária de Casos de Leucemia Linfóide Aguda.....21

Figura 2 – Análise morfológica de células sanguíneas e da medula óssea.....30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Componentes do Sangue, Funções e Alterações na Leucemia	18
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABRALE	Associação Brasileira de Linfoma e Leucemia
CAR-T	Chimeric Antigen Receptor T-Cell (Células T com Receptor de Antígeno Quimérico)
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DRM	Doença Residual Mínima
INCA	Instituto Nacional de Câncer
LLA	Leucemia Linfoblástica Aguda
LMA	Leucemia Mieloide Aguda
LLC	Leucemia Linfocítica Crônica
LMC	Leucemia Mieloide Crônica
MSD	Manual Merck de Diagnóstico e Tratamento
OMS	Organização Mundial da Saúde
PUBMed	Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica
SciELO	Scientific Electronic Library Online
TKI	Inibidores de Tirosina Quinase

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	122
1.1 Tipos de Leucemia Infantil.....	122
1.2 A Homeostase e seu Comprometimento na Leucemia Infantil.....	14
1.3 Componentes do Sangue e sua Relação com a Homeostase	16
2 INVESTIGAÇÃO PRECOCE: DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO	19
2.1 Prognóstico e Tratamento da Leucemia Linfoblástica Aguda.....	232
2.2 Relação entre Diagnóstico e Cura da LLA	25
REFERÊNCIAS.....	30

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Tipos de Leucemia Infantil

A leucemia infantil é classificada como uma neoplasia hematológica de elevada gravidade, especialmente por comprometer o equilíbrio funcional do organismo e afetar diretamente a medula óssea tecido responsável pela produção das células sanguíneas. Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), a doença provoca alterações na quantidade e qualidade dos glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas, o que gera impactos significativos no sistema imunológico, nas funções hematopoiéticas e na coagulação sanguínea. Como resultado, a criança passa a apresentar um quadro clínico de maior vulnerabilidade a infecções, anemia acentuada e distúrbios hemorrágicos.

Para Costa (2018), compreender a fisiopatologia da leucemia infantil requer a análise dos processos celulares que envolvem mutações genéticas nas células-tronco hematopoiéticas. Tais alterações, ainda segundo o autor, comprometem a diferenciação celular e promovem o acúmulo de células imaturas os blastos na medula óssea. Esse acúmulo desorganiza a produção normal dos elementos figurados do sangue, resultando em sintomas clínicos inespecíficos, o que dificulta o diagnóstico precoce.

Complementando essa perspectiva, Greaves (2018) propõe a teoria dos "dois eventos genéticos", segundo a qual a primeira mutação pode ocorrer ainda no período intrauterino, criando uma predisposição à doença, enquanto a segunda alteração genética, geralmente desencadeada por fatores ambientais ou infecções comuns na infância, atua como fator de ativação da leucemia. Essa hipótese amplia o entendimento da leucemia infantil como uma condição multifatorial, influenciada por componentes biológicos, imunológicos e ambientais. Nesse mesmo sentido, Miranda (2013) enfatiza que a leucemia deve ser compreendida como uma doença de desenvolvimento complexo, cuja manifestação depende a interação entre predisposições genéticas e estímulos externos.

A predominância da leucemia entre os cânceres pediátricos é significativa. De acordo com o INCA (2022), cerca de 30% dos cânceres diagnosticados na infância correspondem a leucemias, sendo a Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) o subtipo mais incidente, representando aproximadamente 75% dos casos. Fadel (2010) observa

que a LLA apresenta evolução clínica agressiva e caracteriza-se pela proliferação anormal de linfoblastos imaturos, que substituem as células normais da medula óssea, comprometendo a produção de hemácias, leucócitos funcionais e plaquetas.

No que se refere à sintomatologia, a leucemia pode se manifestar por sinais comuns a outras enfermidades da infância, como febre persistente, fadiga, palidez, dores ósseas, linfonodos aumentados, sangramentos espontâneos e surgimento de hematomas. A Associação Brasileira de Linfoma e Leucemia (ABRALE, 2024) destaca que, devido à semelhança dos sintomas com infecções comuns, o diagnóstico precoce pode ser dificultado, o que reforça a importância da vigilância clínica constante e da solicitação de exames laboratoriais simples, como o hemograma.

Nesse contexto, o papel do pediatra é essencial. Miranda (2013) defende que a conduta diagnóstica deve ser acompanhada por uma abordagem multiprofissional que considere, além dos aspectos clínicos e laboratoriais, o acolhimento emocional da criança e de seus familiares. O diagnóstico de uma doença oncológica na infância representa uma experiência de grande impacto, exigindo suporte psicológico contínuo para favorecer a adesão ao tratamento e minimizar os efeitos psicossociais negativos.

A efetividade do diagnóstico precoce também está relacionada à qualidade da rede de atenção à saúde. Greaves (2018) enfatiza que a atenção primária deve ser fortalecida, uma vez que é nesse nível que ocorre o primeiro contato com os sinais iniciais da doença. A identificação oportuna dos sintomas, seguida da solicitação e correta interpretação dos exames laboratoriais, possibilita o encaminhamento ágil para centros especializados, o que pode aumentar significativamente as chances de remissão completa.

Além disso, Costa (2018) chama atenção para as desigualdades regionais e socioeconômicas que influenciam diretamente o acesso ao diagnóstico e ao tratamento oncológico pediátrico. Em localidades com infraestrutura precária, a ausência de profissionais capacitados e de exames diagnósticos avançados contribui para o atraso no início da terapia, o que pode comprometer o prognóstico. Dessa forma, políticas públicas que garantam a equidade no acesso ao cuidado especializado são fundamentais para ampliar as chances de cura.

Conforme destaca o INCA (2024), ações educativas voltadas tanto para os profissionais da saúde quanto para os familiares são instrumentos estratégicos na promoção do diagnóstico precoce. A disseminação de informações sobre os sinais e

sintomas da leucemia e a capacitação da equipe da atenção básica são medidas eficazes para reduzir o tempo entre a suspeita clínica e o início do tratamento.

O avanço das tecnologias diagnósticas também representa um fator decisivo na condução terapêutica. De acordo com o LABCEN (2025), técnicas como a imunofenotipagem por citometria de fluxo permitem a identificação de marcadores celulares específicos, contribuindo para a classificação precisa do subtipo leucêmico. Paralelamente, exames genéticos como o cariótipo e a análise de mutações moleculares, conforme explica o GRAACC (2022), oferecem informações fundamentais para a estratificação de risco e para a personalização do tratamento, melhorando significativamente as taxas de sobrevida.

1.2 A Homeostase e seu Comprometimento na Leucemia Infantil

A homeostase é definida como a capacidade do organismo em manter um equilíbrio dinâmico, condição essencial para o funcionamento adequado dos sistemas fisiológicos. Guyton e Hall (2017) explicam que esse equilíbrio é garantido por mecanismos reguladores que estabilizam parâmetros como temperatura corporal, níveis de glicose e composição do sangue. Quando esse processo ocorre na infância, segundo Pedrosa e Lins (2002), ele se torna ainda mais delicado, pois o organismo está em fase de desenvolvimento, o que o torna mais suscetível a alterações causadas por doenças sistêmicas, entre elas a leucemia.

Nesse contexto, a medula óssea desempenha papel central na manutenção da homeostase hematológica, já que é responsável pela produção das células sanguíneas. Bertelli (2011) destaca que hemácias, leucócitos e plaquetas garantem, respectivamente, o transporte de oxigênio, a defesa imunológica e a coagulação. De forma semelhante, o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022) e o Instituto Oncoguia (2018) apontam que, na leucemia infantil, especialmente na Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), esse equilíbrio é rompido pela proliferação descontrolada de blastos, que comprometem a hematopoiese normal. Greaves (2018) complementa ao afirmar que esse acúmulo de células imaturas não apenas ocupa o espaço medular, mas também prejudica o funcionamento sistêmico, evidenciando o caráter agressivo da doença.

As consequências desse processo podem ser observadas em diferentes manifestações clínicas. Costa (2018) assinala que a anemia, decorrente da queda no

número de hemácias, reduz a oxigenação tecidual, provocando fadiga, palidez e taquicardia. Miranda (2013) acrescenta que a neutropenia fragiliza a resposta imunológica, aumentando a suscetibilidade a infecções graves, enquanto Oncoguia (2018) ressalta que a trombocitopenia eleva o risco de hemorragias espontâneas. Dessa forma, os autores convergem ao demonstrar que a leucemia afeta não apenas a produção celular, mas todo o equilíbrio homeostático, o que reforça a importância do diagnóstico precoce para minimizar danos e preservar o desenvolvimento saudável da criança.

De acordo com Greaves (2018), a LLA pode ser considerada uma ruptura da homeostase celular, na medida em que decorre de mutações que alteram o comportamento de células progenitoras hematopoiéticas. Essas mutações fazem com que as células deixem de obedecer aos mecanismos normais de controle do ciclo celular, acumulando-se de forma desordenada. Esse desequilíbrio celular provoca uma cascata de efeitos que transcende o sistema hematológico, afetando também o funcionamento hepático, renal, metabólico e imunológico.

Costa (2018) complementa ao afirmar que o desequilíbrio homeostático em crianças com leucemia está associado não apenas à patologia em si, mas também aos efeitos colaterais do tratamento, como a quimioterapia. Esses fármacos, embora fundamentais para eliminar as células leucêmicas, podem causar mielossupressão, náuseas, distúrbios metabólicos e alterações hepáticas, exigindo monitoramento constante por parte da equipe multiprofissional.

Nesse cenário, a compreensão da homeostase torna-se indispensável para o manejo clínico adequado dos pacientes pediátricos com leucemia. A atuação da equipe de saúde deve estar voltada não apenas para a erradicação da doença, mas também para a restauração do equilíbrio interno do organismo infantil. Segundo Miranda (2013), estratégias como nutrição adequada, controle rigoroso de infecções, suporte transfusional e acompanhamento psicológico são essenciais para promover a estabilidade do paciente durante o tratamento oncológico.

Ainda segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2024), a restauração da homeostase após o diagnóstico de leucemia exige atenção integral à criança, envolvendo aspectos físicos, emocionais e sociais. O acompanhamento contínuo do quadro hematológico por meio de exames laboratoriais, como hemograma completo e imunofenotipagem, é fundamental para avaliar a resposta terapêutica e ajustar condutas clínicas conforme a evolução do quadro.

Portanto, a ruptura da homeostase causada pela leucemia infantil é multifatorial e requer uma abordagem integrada, que considere o organismo como um sistema interdependente. Ao reconhecer os impactos dessa doença sobre os mecanismos reguladores internos da criança, amplia-se a compreensão sobre a complexidade do tratamento e a importância de estratégias multidisciplinares que visem não apenas à remissão da neoplasia, mas à recuperação da saúde em sua totalidade.

1.3 Componentes do Sangue e sua Relação com a Homeostase

O sangue é um tecido conjuntivo líquido essencial para a manutenção da homeostase, desempenhando funções vitais como o transporte de gases, nutrientes, hormônios e resíduos metabólicos, além de atuar na defesa imunológica e na regulação do equilíbrio ácido-básico. Tortora e Derrickson (2017) ressaltam que seus principais componentes são o plasma e os elementos figurados — hemácias, leucócitos e plaquetas. Nesse mesmo sentido, Guyton e Hall (2021) destacam que o sangue funciona como elo entre os diferentes sistemas fisiológicos, garantindo a integração funcional necessária à vida.

O plasma sanguíneo, que corresponde a aproximadamente 55% do volume total, é constituído basicamente por água, proteínas plasmáticas (albumina, globulinas e fibrinogênio) e eletrólitos. Esse componente não apenas transporta substâncias, mas também regula a pressão osmótica e contribui para a estabilidade hemodinâmica (Hall, 2021; Junqueira; Carneiro, 2013). Segundo Abbas, Lichtman e Pillai (2020), as proteínas plasmáticas também exercem papel imunológico importante, pois as globulinas incluem imunoglobulinas que participam ativamente da resposta imune, fator que se torna crítico em pacientes leucêmicos, cuja imunidade encontra-se comprometida.

As hemácias ou eritrócitos, células anucleadas especializadas no transporte de oxigênio, dependem da hemoglobina para cumprir sua função. O Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022) alerta que alterações quantitativas ou morfológicas dessas células, comuns em casos de leucemia, resultam em anemia, que compromete a oxigenação tecidual. De acordo com Abrale (2024), a redução de hemácias é um dos sinais clínicos mais frequentes em crianças com Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), gerando sintomas como palidez, fadiga e taquicardia. Em consonância, Greaves

(2018) reforça que a infiltração da medula por blastos prejudica a eritropoiese, demonstrando a íntima relação entre leucemia e disfunções hematológicas.

No caso dos leucócitos, responsáveis pela defesa contra agentes patogênicos, observa-se um comprometimento ainda mais significativo. Esses se dividem em diferentes subtipos, como neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos, cada qual com funções específicas. Entretanto, na leucemia, ocorre uma produção excessiva e desordenada de leucócitos imaturos, particularmente linfoblastos, que não exercem adequadamente sua função protetora (Greaves, 2018; Pui; Evans, 2006). Isso leva a uma imunodeficiência secundária, que, segundo Miranda (2013), aumenta a suscetibilidade a infecções graves, configurando um dos principais riscos à vida desses pacientes.

As plaquetas, ou trombócitos, também sofrem impacto direto, já que sua produção na medula óssea encontra-se comprometida. Essa redução leva à trombocitopenia, que se manifesta por sangramentos espontâneos, hematomas e dificuldade de cicatrização (Miranda, 2013; Hoffbrand; Moss, 2019). Para Bertelli (2011), o quadro clínico de sangramentos espontâneos em pacientes com leucemia é um dos indicadores mais evidentes da falência medular, exigindo monitoramento contínuo.

Esse desequilíbrio global na produção e funcionalidade dos elementos figurados compromete a homeostase não apenas hematológica, mas também imunológica e hemodinâmica. Guyton e Hall (2021) defendem que a homeostase depende do funcionamento harmônico de todos os sistemas, e o sangue atua como mediador essencial dessa estabilidade. Assim, a disfunção hematopoiética observada na leucemia desestrutura esse equilíbrio e demanda intervenções médicas urgentes, com terapias individualizadas que considerem o estado clínico do paciente (PUI et al., 2011).

Além disso, o monitoramento laboratorial dos parâmetros hematológicos é apontado pelo INCA (2022) como ferramenta indispensável tanto para o diagnóstico precoce quanto para o acompanhamento da resposta terapêutica. Nesse sentido, Hoffbrand e Moss (2019) reforçam que o hemograma completo é um dos exames mais sensíveis para detectar precocemente alterações nas linhagens celulares, possibilitando decisões clínicas mais assertivas e aumentando as chances de sucesso terapêutico.

Quadro 1: Componentes do Sangue, Funções e Alterações na Leucemia

Componente	Descrição	Função Principal	Alterações na Leucemia	Referência
Plasma	Parte líquida do sangue, composta por água (92%), proteínas plasmáticas (7%) e outros solutos (1%)	Transporte de nutrientes, hormônios e resíduos; manutenção da pressão osmótica	Pode apresentar alterações na concentração de proteínas plasmáticas, afetando a homeostase	Kenhub https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sangue
Hemácias (Eritrócitos)	Células anucleadas ricas em hemoglobina	Transporte de oxigênio e dióxido de carbono	Redução no número (anemia), causando fadiga e palidez	Mundo Educação https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/celulas-sangue.htm
Leucócitos (Glóbulos Brancos)	Células nucleadas do sistema imunológico	Defesa contra patógenos	Produção excessiva de leucócitos imaturos (blastos), comprometendo a imunidade	SanarMed https://sanarmed.com/leucemias/
Plaquetas (Trombócitos)	Fragmentos celulares derivados de megacariócitos	Coagulação sanguínea	Diminuição no número (trombocitopenia), aumentando o risco de hemorragias	Wikipedia https://pt.wikipedia.org/wiki/Plaqueta

Fonte: Autora do trabalho, 2025

Diante do exposto, evidencia-se que o ple..no funcionamento do organismo infantil depende diretamente da integridade dos componentes sanguíneos, os quais desempenham papéis cruciais na manutenção da homeostase. Em casos de leucemia, como destaca o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), a medula óssea deixa de produzir células sanguíneas funcionais em quantidade suficiente, afetando profundamente o equilíbrio imunológico, hematológico e fisiológico. Costa (2018) complementa que a substituição das células normais por células leucêmicas compromete, de forma progressiva, funções vitais como o transporte de oxigênio, a defesa contra infecções e a coagulação sanguínea.

Nesse contexto, a compreensão detalhada dos elementos celulares sangue e suas alterações na leucemia permite não apenas um diagnóstico mais preciso, como também orienta estratégias terapêuticas mais eficazes. Conforme observa Miranda (2013), a articulação entre o conhecimento clínico e laboratorial torna-se indispensável para garantir um atendimento de qualidade, capaz de responder de forma eficiente às demandas específicas dos pacientes pediátricos com neoplasias hematológicas.

2 INVESTIGAÇÃO PRECOCE: DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO

A investigação precoce das leucemias representa um fator determinante para o sucesso terapêutico e, conseqüentemente, para a melhoria da sobrevida dos pacientes, sobretudo no contexto pediátrico. De acordo com Puggina (2024), o diagnóstico antecipado favorece intervenções terapêuticas mais eficazes e individualizadas, reduzindo o risco de complicações e contribuindo para a preservação da qualidade de vida. Ainda segundo a autora, nas leucemias mieloides e linfóides, a identificação das características morfológicas das células blastêmicas, aliada à realização de exames laboratoriais específicos, é imprescindível para a definição do subtipo leucêmico, subsidiando a escolha da conduta terapêutica mais adequada.

No caso da Leucemia Mieloide Aguda (LMA), Puggina (2024) salienta a importância da análise citomorfológica dos mieloblastos, que podem ser classificados em três tipos distintos: Tipo I (ausência de granulações citoplasmáticas), Tipo II (presença discreta de granulações) e Tipo III (granulações abundantes com núcleo centralizado). A correta diferenciação dessas formas celulares assume papel

fundamental no direcionamento terapêutico, uma vez que o esquema de tratamento se orienta diretamente por essas características morfológicas.

Por sua vez, a Leucemia Mieloide Crônica (LMC) diferencia-se pela produção excessiva de granulócitos maduros, originados de células-tronco hematopoiéticas já parcialmente diferenciadas. Conforme Puggina (2024), a evolução clínica da LMC ocorre em três fases distintas: fase crônica, fase acelerada e crise blástica. O marcador genético característico da LMC é a presença do gene de fusão BCR-ABL, cuja ação promove mutações subsequentes e favorece a instabilidade genômica, acelerando a progressão da doença (Puggina, 2024).

Em relação à Leucemia Linfóide Aguda (LLA), trata-se da neoplasia maligna mais frequente na infância, com pico de incidência entre dois e cinco anos de idade, segundo Puggina (2024). A autora ainda ressalta que, embora a etiologia da LLA permaneça incerta, fatores genéticos, imunológicos e ambientais, como exposição à radiação e infecções virais, podem estar associados ao seu desenvolvimento. A classificação citomorfológica da LLA subdivide-se em três tipos (LLA-L1, LLA-L2 e LLA-L3), sendo este último comumente relacionado ao linfoma de Burkitt. A definição precisa desses subtipos é essencial para o planejamento terapêutico, que inclui poliquimioterapia, suporte transfusional e profilaxia do sistema nervoso central.

A Leucemia Linfóide Crônica (LLC), por sua vez, caracteriza-se como uma neoplasia de curso lento, predominante em indivíduos com idade superior a 60 anos. Segundo Puggina (2024), o diagnóstico da LLC é desafiador, especialmente devido à evolução assintomática em aproximadamente metade dos casos. Nesse contexto, os sistemas de estadiamento de Rai e Binet orientam a definição do estágio clínico e do prognóstico, sendo adotados de forma variável conforme a prática clínica regional. De acordo com Puggina (2024), o diálogo entre os estudos revela que ambos os sistemas são fundamentais para orientar a conduta terapêutica e avaliar o prognóstico, principalmente em casos nos quais a doença permanece estável.

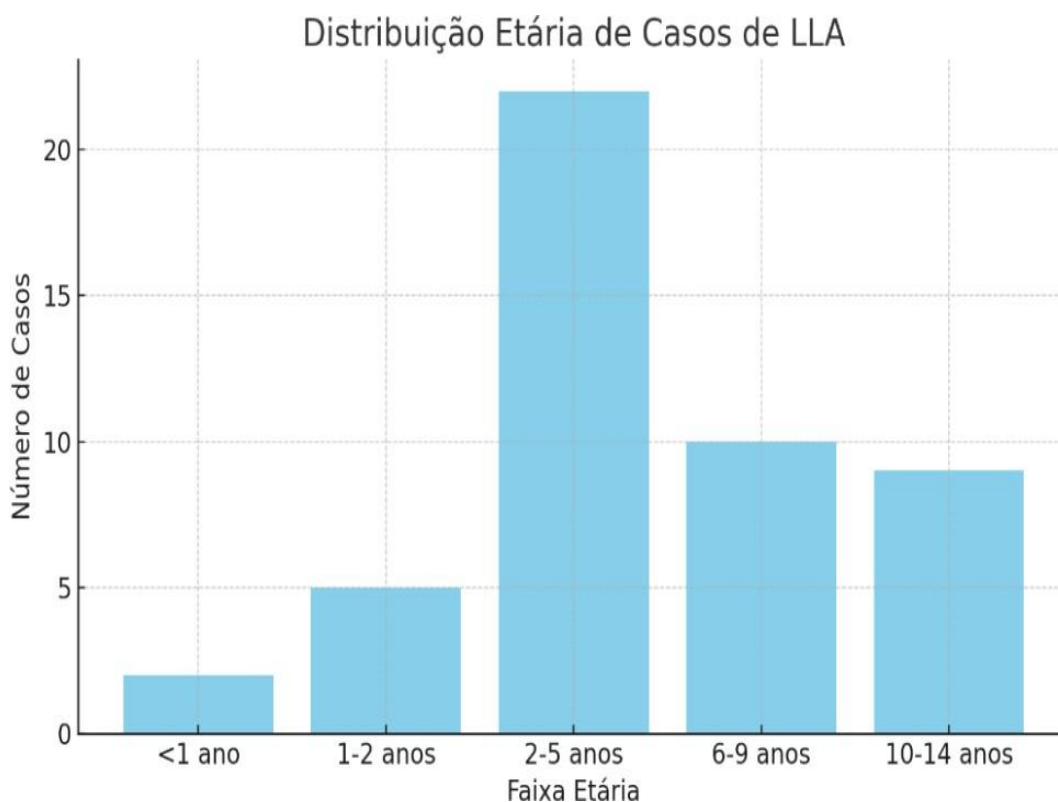
Essa perspectiva é reforçada por Bertelli (2011), que destacam a relevância de um diagnóstico precoce não apenas na definição terapêutica, mas também na melhoria dos índices de sobrevida. Nesse sentido, observa-se uma convergência entre as discussões de Puggina (2024), Bertelli (2011) e INCA (2022), evidenciando o consenso na literatura sobre a importância de estratégias diagnósticas precisas e oportunas.

Particularmente no contexto da Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), o

diagnóstico precoce configura-se como um aspecto primordial na elevação das taxas de cura e sobrevida de crianças acometidas pela doença. De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), a LLA corresponde a aproximadamente 26% de todos os casos de câncer infantil no Brasil. Costa (2018) e Bertelli (2011) corroboram essa informação ao ressaltarem que crianças diagnosticadas precocemente apresentam melhores respostas ao tratamento quimioterápico e maior probabilidade de remissão completa.

Em pesquisa conduzida por Santos, Silva e Oliveira (2025), evidenciaram que a maior incidência da LLA ocorre entre crianças de dois a cinco anos, informação que reforça a necessidade de preparo da atenção básica em saúde para reconhecer sinais clínicos precoces, como palidez, febre persistente, dor óssea e hepatoesplenomegalia. O gráfico a seguir ilustra esses dados epidemiológicos, com base em estudo realizado no Hospital Manoel Novaes, em Itabuna-BA, entre 2010 e 2013:

Figura 1 – Distribuição Etária de Casos de Leucemia Linfóide Aguda (LLA)



Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022).

Para compreender plenamente a gravidade da LLA e suas repercussões no

organismo infantil, é necessário destacar o papel essencial da medula óssea no processo de produção celular sanguínea, conhecido como hematopoese. Segundo Pedrosa e Lins (2002), a medula óssea funciona como tecido hematopoético ativo, responsável pela produção contínua dos elementos celulares do sangue. Essa produção inicia-se na infância, abrangendo todos os ossos, e restringe-se progressivamente a locais específicos na fase adulta (INCA, 2022; ABRALE, 2022). A fisiopatologia da LLA está diretamente relacionada a alterações nesse

processo. Conforme Greaves (2018) e corroborado por Abrale (2022), mutações genéticas em linfócitos imaturos prejudicam a diferenciação celular, resultando na proliferação descontrolada de linfoblastos. Esse acúmulo compromete a função hematopoética da medula óssea, afetando a produção de glóbulos vermelhos, leucócitos maduros e plaquetas (INCA, 2022; Costa, 2018).

Sobre a etiologia da LLA, Greaves (2018) ressalta a importância das mutações somáticas como fator determinante para o desenvolvimento da doença, visão complementada pelo Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), que indica a possível influência de fatores ambientais como coadjuvantes no surgimento da leucemia.

Diante desse cenário, o diagnóstico precoce se consolida como um elemento decisivo para o sucesso terapêutico. De acordo com Bertelli et al. (2011) e ABRALE (2022), a abordagem diagnóstica deve ser multiprofissional e envolver avaliação clínica, exames laboratoriais e procedimentos invasivos, como a punção de medula óssea. O exame clínico inicial, baseado em uma anamnese detalhada e na avaliação física minuciosa, constitui etapa essencial na identificação precoce da doença (INCA, 2022; ABRALE, 2022).

Entre os exames laboratoriais, destaca-se o hemograma completo, que fornece indícios sugestivos da presença da doença. Entretanto, como salientam Pedrosa e Lins (2002), a confirmação diagnóstica só pode ser realizada mediante o mielograma e a biópsia de medula óssea, que possibilitam uma análise precisa da morfologia dos blastos (ABRALE, 2022).

Além disso, a citometria de fluxo desempenha papel crucial na identificação do imunofenótipo das células leucêmicas. De acordo com Greaves (2018), esse exame permite determinar a linhagem e o estágio de maturação dos linfoblastos, sendo essencial tanto para o diagnóstico quanto para a definição do subtipo imunológico (linfócito B, T ou NK), contribuindo diretamente para o planejamento terapêutico.

2.1 Prognóstico e Tratamento da Leucemia Linfoblástica Aguda

O prognóstico de pacientes diagnosticados com Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) é influenciado por uma série de variáveis clínicas e biológicas conhecidas como fatores prognósticos. Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), esses elementos desempenham papel fundamental na definição do plano terapêutico inicial, contribuindo diretamente para a escolha de protocolos terapêuticos mais apropriados e personalizados. Essa abordagem individualizada tem proporcionado avanços significativos nos resultados terapêuticos, sobretudo em centros especializados no tratamento da leucemia infantil. Nessa mesma linha, Hunger e Mullighan (2015) apontam que a estratificação de risco baseada em características biológicas e resposta ao tratamento inicial foi determinante para o aumento expressivo das taxas de sobrevida em pacientes pediátricos nas últimas décadas.

Pedrosa e Lins (2002) reforçam que a correta avaliação desses fatores auxilia na indicação de terapias mais complexas, como o transplante de células-tronco hematopoiéticas, especialmente em casos classificados como de alto risco. Essa intervenção, embora não seja necessária em todos os casos, se torna uma possibilidade crucial na tentativa de alcançar a cura em pacientes com características desfavoráveis. Corroborando essa perspectiva, Pui, Yang e Hunger (2018) destacam que o transplante, embora reservado a situações específicas, desempenha papel decisivo no aumento da sobrevida de pacientes refratários ou com recaídas precoces.

Entre as principais características consideradas nos casos pediátricos, destacam-se aspectos clínicos já consolidados pela literatura científica, como aponta a Associação Brasileira de Linfoma e Leucemia (ABRALE, 2022). A faixa etária, por exemplo, é um fator determinante: crianças diagnosticadas com LLA antes do primeiro ano de vida ou acima dos 10 anos geralmente apresentam leucemias mais resistentes, exigindo protocolos terapêuticos mais intensivos (INCA, 2022). Essa relação evidencia a importância do diagnóstico precoce, pois quanto mais cedo ocorre a identificação da doença, maior é a possibilidade de iniciar o tratamento em fases menos avançadas e, conseqüentemente, obter melhores prognósticos. Nesse sentido, Schmiegelow et al. (2013) também confirmam que idade e contagem leucocitária inicial são variáveis prognósticas robustas que orientam o risco e a escolha terapêutica em pacientes pediátricos.

Outro parâmetro de relevância é a leucocitose ao diagnóstico. De acordo com

Bertelli (2011), contagens iniciais de leucócitos superiores a $50.000/\text{mm}^3$ elevam o risco da doença e justificam abordagens mais agressivas. Essas evidências corroboram o apontado por Pedrosa e Lins (2002), que também destacam a importância das alterações genéticas como determinantes para a sensibilidade das células leucêmicas ao tratamento. A detecção precoce dessas alterações moleculares tem sido facilitada pelos avanços nas técnicas diagnósticas, como a citometria de fluxo e a biologia molecular, permitindo uma estratificação mais precisa dos pacientes quanto ao risco de recidiva. Estudos de Inaba, Greaves e Mullighan (2013) reforçam que as alterações citogenéticas, como as translocações cromossômicas, estão diretamente associadas ao risco de recidiva e influenciam significativamente o prognóstico.

Adicionalmente, o comprometimento do sistema nervoso central (SNC) ou testículos é um aspecto crítico. A detecção precoce de células leucêmicas no líquido cefalorraquidiano ou nos testículos representa um importante marcador de pior prognóstico, como descrito por ABRALE (2022). Essa condição exige estratégias específicas de profilaxia e tratamento direcionado para evitar recidivas precoces (INCA, 2022). Essas estratégias são definidas ainda no momento do diagnóstico, ressaltando mais uma vez o valor do diagnóstico precoce e preciso. Conforme relatado por Pui e Evans (2006), a infiltração extramedular constitui um dos principais desafios no manejo da LLA, exigindo protocolos que associam quimioterapia sistêmica a terapias profiláticas específicas.

Outro fator de extrema importância é a resposta inicial à terapia de indução. Como apontam Bertelli (2011) e INCA (2022), a redução efetiva do número de blastos durante as fases iniciais do tratamento é um dos principais preditores para o risco de recidiva. Assim, pacientes classificados como de alto risco são submetidos a protocolos mais agressivos em comparação com aqueles enquadrados como de risco padrão (ABRALE, 2022). A avaliação da chamada Doença Residual Mínima (DRM) é fundamental nesse contexto, pois permite mensurar, de forma sensível, a resposta do organismo à quimioterapia desde o início do tratamento. Para Borowitz et al. (2008), a quantificação da DRM tornou-se um dos marcadores mais confiáveis para prever recaídas e estratificar o risco em crianças e adultos.

Nos pacientes adultos, fatores adicionais se associam ao prognóstico da LLA. Pedrosa e Lins (2002) destacam que a idade superior a 35 anos geralmente está relacionada a remissões menos duradouras e maior toxicidade aos esquemas

quimioterápicos. Essa constatação é reforçada pelos dados apresentados pela ABRALE (2022), os quais também associam a contagem leucocitária inicial elevada especialmente acima de $30.000/\text{mm}^3$ para LLA de linhagem B e $100.000/\text{mm}^3$ para LLA de linhagem T a um menor tempo de remissão. De acordo com Fielding (2010), os pacientes adultos apresentam resposta terapêutica menos favorável em comparação aos pediátricos, o que justifica a necessidade de protocolos adaptados para essa faixa etária.

Além disso, alterações citogenéticas e moleculares específicas continuam desempenhando papel preponderante na definição do prognóstico e na escolha terapêutica (Bertelli, 2011; INCA, 2022). A infiltração do SNC desde o início do diagnóstico também indica pior evolução clínica, reforçando a necessidade de tratamentos direcionados e acompanhamento especializado (ABRALE, 2022). Estudos mais recentes, como o de Moorman (2016), confirmam que a identificação precoce de marcadores genômicos, como mutações em IKZF1 e CRLF2, tem contribuído para refinar ainda mais a classificação prognóstica.

Considerando a diversidade de desfechos possíveis decorrentes dessas variáveis, INCA (2022) e ABRALE (2022) enfatizam que o tratamento deve ser realizado em centros especializados, garantindo o acesso a equipes multiprofissionais e protocolos atualizados. Essa abordagem, além de proporcionar melhor suporte clínico, aumenta as chances de monitoramento eficaz e intervenções rápidas diante de eventuais complicações. Conforme Greaves (2018), os avanços no conhecimento sobre a biologia da LLA e a aplicação de protocolos individualizados refletem um progresso significativo no aumento da sobrevida, sobretudo em crianças.

Essas evidências reforçam o papel decisivo do diagnóstico precoce não apenas na identificação da doença, mas principalmente na definição do prognóstico e na condução terapêutica. Diagnósticos realizados precocemente permitem intervenções mais eficazes, favorecendo melhores desfechos clínicos e aumentando significativamente a expectativa e a qualidade de vida dos pacientes pediátricos e adultos acometidos por LLA.

2.2 Relação entre Diagnóstico e Cura da LLA

O diagnóstico precoce da Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) é reconhecido na literatura especializada como elemento fundamental para o aumento das taxas de

cura, especialmente em crianças. Para o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), essa identificação rápida possibilita intervenções terapêuticas mais assertivas e personalizadas, elevando as chances de sobrevida e qualidade de vida. Essa premissa encontra respaldo nos estudos da ABRALE (2024), que destacam o papel central das tecnologias diagnósticas e dos avanços terapêuticos na melhoria do prognóstico.

Esse entendimento é reforçado pelas contribuições de Greaves (2018), ao demonstrar que as alterações genéticas precursoras da LLA podem ter origem ainda na vida intrauterina, manifestando-se clinicamente diante de exposições ambientais posteriores. Essa concepção amplia a compreensão de que fatores genéticos e ambientais atuam de forma conjunta, exigindo uma vigilância clínica contínua e atenta, principalmente em crianças inseridas em contextos de vulnerabilidade social.

Essa relação direta entre diagnóstico precoce e aumento das chances de cura é também consenso entre estudiosos como Miranda (2013), que destaca a importância da agilidade diagnóstica e do início imediato do tratamento como determinantes para a remissão completa da doença. A utilização de exames complementares, como análises citogenéticas e moleculares, torna-se, portanto, uma estratégia imprescindível, pois auxilia na estratificação dos pacientes por grau de risco e possibilita intervenções mais eficazes, como apontado igualmente por estudos do MSD (2024) e ratificado pelo INCA (2022).

Nesse processo, Bertelli (2011) salienta que o diagnóstico precoce marca a diferença decisiva entre a possibilidade de cura e a evolução desfavorável do quadro clínico. Essa perspectiva ganha ainda mais relevância no público pediátrico, uma vez que crianças, quando diagnosticadas precocemente, apresentam maior taxa de resposta positiva aos tratamentos propostos, corroborando o que já vinha sendo descrito pelo INCA (2022) e pela ABRALE (2022).

Outro ponto que converge para esse debate é o papel da Doença Residual Mínima (DRM), considerada atualmente um dos principais indicadores prognósticos. Conforme relatado pelo Instituto Nacional de Câncer (2022), a detecção precoce da DRM permite a realização de ajustes terapêuticos individualizados, minimizando as chances de recidiva e reforçando a importância do diagnóstico preciso como ferramenta de ampliação das taxas de cura.

Esses avanços diagnósticos e terapêuticos ganham ainda mais potência quando aliados a tratamentos modernos e personalizados. Protocolos

contemporâneos, como os regimes de quimioterapia em múltiplas fases indução, consolidação e manutenção, têm demonstrado resultados expressivos, especialmente quando associados a terapias inovadoras como a imunoterapia com células CAR-T. Essa abordagem, indicada para casos refratários ou de recidiva, é evidenciada tanto pela ABRALE (2024) quanto pelo INCA (2022) como promissora para o aumento da sobrevida livre de doença.

Somado a isso, a compreensão das especificidades genéticas da LLA, como a presença do cromossomo Filadélfia (Ph+), tem orientado o desenvolvimento de terapias direcionadas, incluindo o uso de inibidores de tirosina quinase (TKIs). Essa abordagem, discutida por Bertelli (2011) e reafirmada por ABRALE (2022), evidencia a importância de associar diagnóstico precoce e conhecimento genético à definição de estratégias terapêuticas eficazes.

Apesar desses avanços, torna-se necessário destacar as desigualdades no acesso ao diagnóstico precoce. Pedrosa e Lins (2002) chamam atenção para os impactos dos determinantes sociais da saúde, ressaltando que fatores socioeconômicos ainda configuram uma barreira para que crianças em situação de vulnerabilidade sejam diagnosticadas em tempo hábil. Essa lacuna evidencia a necessidade de políticas públicas efetivas que garantam equidade no acesso a exames especializados e ao tratamento oncológico pediátrico.

Aliada a essas políticas, a conscientização da sociedade sobre os sinais e sintomas da LLA também se apresenta como um fator decisivo. Miranda (2013) argumenta que ações educativas direcionadas tanto à população quanto aos profissionais da atenção primária são ferramentas imprescindíveis para garantir encaminhamentos precoces e, conseqüentemente, melhores desfechos clínicos.

Diante desse panorama, torna-se evidente que a relação entre diagnóstico precoce e cura da LLA infantil resulta de uma complexa interação entre fatores biológicos, clínicos e sociais. A combinação de estratégias diagnósticas eficientes, tratamentos personalizados e políticas públicas inclusivas é o caminho para ampliar significativamente as chances de cura. Consolidar os avanços obtidos até o momento exige não apenas investimento contínuo em pesquisa e inovação, como também o fortalecimento de sistemas de saúde acessíveis e equitativos, como defendem o INCA (2022), a ABRALE (2024) e os demais autores que fundamentam essa discussão.

3 CONTRIBUIÇÕES DO BIOMÉDICO NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA LEUCEMIA INFANTIL

A Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) é uma das doenças oncológicas mais frequentes na infância, caracterizada pela proliferação descontrolada de linfoblastos imaturos na medula óssea e no sangue periférico. Esse processo compromete a produção de células sanguíneas normais, levando a manifestações clínicas como anemia, infecções de repetição, febre persistente e sangramentos espontâneos (INCA, 2022; ABRALE, 2024). Por sua agressividade, a LLA demanda diagnóstico rápido e preciso, tornando-se um campo de atuação fundamental para o biomédico.

O diagnóstico precoce é considerado um dos fatores mais relevantes para a elevação das taxas de cura da LLA. Segundo Bertelli (2011), quanto mais cedo a doença é detectada, maiores são as chances de que o tratamento seja eficaz e a sobrevida aumentada. O biomédico, nesse processo, desempenha funções que vão desde a análise inicial do hemograma até a execução de exames complexos, como o mielograma, fundamentais para a detecção das células leucêmicas.

A atuação biomédica é marcada pelo domínio de técnicas laboratoriais avançadas. Costa (2018) ressalta que exames como imunofenotipagem por citometria de fluxo, citogenética e biologia molecular são indispensáveis para identificar subtipos da LLA e estratificar o risco do paciente. Esses exames permitem não apenas confirmar o diagnóstico, mas também direcionar a escolha dos protocolos terapêuticos, assegurando maior precisão no tratamento.

Conforme Greaves (2018), a LLA pode ter origem ainda durante a vida intrauterina, decorrente de mutações genéticas precursoras que, posteriormente, são desencadeadas por fatores ambientais. Esse achado evidencia a importância de investigações laboratoriais minuciosas, em que o biomédico tem papel fundamental na identificação de tais alterações. A detecção precoce de anomalias cromossômicas, como a presença do cromossomo Filadélfia (Ph+), é essencial para definir condutas específicas e personalizadas.

A prática biomédica não ocorre de forma isolada, mas integrada a equipes multiprofissionais. Miranda (2013) argumenta que o enfrentamento da LLA exige não apenas precisão diagnóstica, mas também um acompanhamento que envolva médicos, enfermeiros, psicólogos e assistentes sociais. Nesse cenário, o biomédico

contribui fornecendo dados laboratoriais fidedignos que servem de base para a tomada de decisão clínica e para o acompanhamento contínuo do paciente.

Além da contribuição direta para o sucesso terapêutico, o diagnóstico precoce realizado com a participação do biomédico repercute na qualidade de vida das crianças acometidas. Ao permitir intervenções rápidas e assertivas, reduz-se o risco de complicações graves e amplia-se a chance de alcançar a remissão completa (INCA, 2022). Esse aspecto evidencia o caráter social da atuação biomédica, que não se limita ao laboratório, mas reverbera diretamente na vida do paciente e de sua família.

3.1 Exames Laboratoriais e a Atuação do Biomédico no Diagnóstico da LLA

Diante da complexidade inerente ao diagnóstico da Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), torna-se evidente que a atuação do biomédico transcende a mera execução técnica de exames, assumindo um caráter analítico, crítico e interdisciplinar. Conforme observa Costa (2018), é imprescindível que o biomédico alie seu domínio técnico-científico à capacidade de interpretar os achados laboratoriais dentro de um contexto clínico ampliado, considerando as especificidades de cada caso e as diretrizes terapêuticas mais atualizadas.

Nesse cenário, a integração de distintas metodologias diagnósticas mostra-se fundamental para garantir maior precisão e confiabilidade ao processo diagnóstico. A investigação hematológica da LLA, embora geralmente inicie por meio da análise morfológica de exames como o hemograma e o mielograma, atinge sua completude apenas com a incorporação de testes imunofenotípicos, citogenéticos e moleculares. Greaves (2018) destaca que a diferenciação entre subtipos celulares, como LLA de linhagem B ou T é essencial para estratificação de risco e definição de protocolos terapêuticos individualizados.

A imunofenotipagem por citometria de fluxo, nesse contexto, ocupa papel de destaque. Como aponta Bertelli (2011), essa técnica permite a identificação de marcadores de superfície celular que não são detectáveis por exames morfológicos convencionais, ampliando significativamente a acurácia diagnóstica e fornecendo informações prognósticas valiosas. Essa perspectiva é compartilhada pelo LABCEN (2025), que ressalta que a correta classificação imunológica dos linfoblastos pode influenciar diretamente a conduta médica, sobretudo em casos de alto risco ou quando

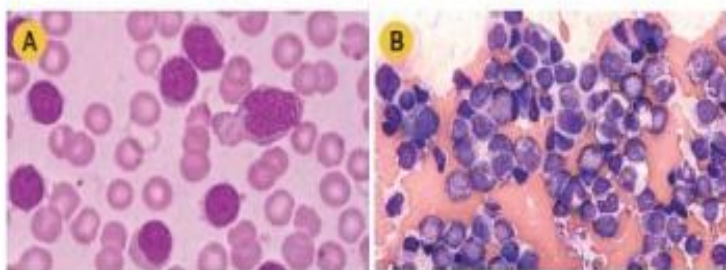
se opta por terapias-alvo.

Complementarmente, a atuação biomédica nas análises citogenéticas e moleculares tem ganhado relevância crescente, especialmente na detecção de anomalias cromossômicas de impacto clínico significativo. Pedrosa e Lins (2002) ressaltam que alterações como a translocação t(9;22), responsável pela formação do cromossomo Filadélfia (Ph+), modificam profundamente o prognóstico do paciente e requerem intervenções terapêuticas específicas, como o uso de inibidores de tirosina quinase. Em consonância, Puggina (2024) destaca que a identificação precoce de tais mutações integra uma abordagem mais ampla de estratificação de risco, que visa tanto maximizar a eficácia terapêutica quanto minimizar os efeitos colaterais.

A atuação do biomédico, portanto, não se dá de forma isolada, mas inserida em um contexto multiprofissional. Miranda (2013) enfatiza que o diagnóstico laboratorial da LLA constitui um dos pilares do manejo terapêutico e que a contribuição do biomédico nesse processo é tão estratégica quanto a de outros profissionais, como o hematologista ou o oncologista pediátrico. Ao fornecer dados laboratoriais fidedignos, o biomédico subsidia decisões clínicas e terapêuticas, impactando diretamente a qualidade de vida da criança em tratamento.

A análise morfológica das células sanguíneas e da medula óssea representa, historicamente, o primeiro passo na investigação diagnóstica da LLA. Na Figura 2 (A), observa-se um esfregaço de sangue periférico evidenciando a presença de blastos células imaturas com núcleo volumoso e cromatina frouxa, indicativas de alterações hematológicas relevantes. Já a Figura 2 (B) apresenta um aspirado de medula óssea, no qual a infiltração por blastos compromete significativamente a hematopoese normal (INCA, 2022).

Figura 2 – Análise Morfológica das Células Sanguíneas



Fonte: Brale <https://abrale.org.br/doencas/leucemia/lla/diagnostico/>

De acordo com Costa (2018), o hemograma, usualmente o primeiro exame solicitado frente a sintomas como palidez, febre persistente e sangramentos espontâneos, permite a identificação de alterações sugestivas, como leucocitose, leucopenia, anemia e trombocitopenia. No entanto, a confirmação diagnóstica depende do mielograma, que determina o percentual de blastos presentes na medula óssea critério essencial para o diagnóstico definitivo da LLA. Nesse processo, o biomédico é responsável por todas as etapas laboratoriais, da coleta à coloração e análise microscópica.

Greaves (2018) reforça que a avaliação morfológica deve ser complementada por exames de maior especificidade, como a imunofenotipagem, essencial para confirmar a linhagem celular e orientar o tratamento. Como profissional capacitado para executar e interpretar painéis imunofenotípicos, o biomédico exerce papel determinante na confirmação diagnóstica e na elaboração de estratégias terapêuticas.

Os exames moleculares e citogenéticos, por sua vez, são indispensáveis para a definição do prognóstico e acompanhamento da doença. Bertelli (2011) enfatiza que a detecção de alterações como o cromossomo Filadélfia possibilita intervenções terapêuticas individualizadas e aumenta as chances de sucesso do tratamento. Nesse contexto, o monitoramento da doença residual mínima (DRM) também sob responsabilidade biomédica constitui um indicador crucial de resposta terapêutica e de risco de recidiva.

Em uma perspectiva ampliada, Ayres (2004) propõe o conceito de “cuidado ampliado”, que convoca os profissionais da saúde a incorporarem dimensões éticas e humanas à sua prática. Aplicando essa abordagem à realidade da onco-hematologia pediátrica, percebe-se que o biomédico, ao fornecer diagnósticos precoces e precisos, participa ativamente do cuidado, mesmo sem estar à beira-leito, contribuindo para a redução do sofrimento da criança e de sua família.

Além disso, como aponta Costa (2018), a constante evolução das tecnologias diagnósticas exige que o biomédico mantenha-se atualizado por meio de formação continuada. A rápida introdução de novos métodos, marcadores e algoritmos analíticos impõe a necessidade de qualificação permanente, sendo essa uma exigência ética e técnica para garantir resultados laboratoriais confiáveis e alinhados às normativas internacionais mais recentes.

Por fim, a atuação biomédica na área de onco-hematologia pediátrica não apenas favorece diagnósticos mais precoces e assertivos, mas também contribui de

forma significativa para a humanização do cuidado. Ao oferecer resultados laboratoriais robustos e eticamente embasados, o biomédico configura-se como um agente fundamental na construção de trajetórias de cura mais seguras, menos invasivas e mais respeitosas à dignidade da criança com LLA.

REFERÊNCIAS

ABBAS, Abul K.; LICHTMAN, Andrew H.; PILLAI, Shiv. ***Imunologia Celular e Molecular***. Acesso em 17/ set: <https://shop.elsevier.com/books/cellular-and-molecular-immunology/abbas/978-0-323-75748-5> 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2022.

ABRALE – Associação Brasileira de Linfoma e Leucemia. **Leucemia infantil: sintomas e diagnóstico precoce**. São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://www.abrale.org.br>>. Acesso em: 11 jun. 2025.

AYRES, J. R. C. M. **Cuidado: trabalho e interação nas práticas de saúde**. Rio de Janeiro: CEPESC; São Paulo: Editora Hucitec, 2004.

BERTELLI, Lilian. **Tratamentos oncológicos e novas terapias moleculares**. São Paulo: Revinter, 2011. https://books.google.com.br/books?id=i9m_r3rO_iAC

COSTA, Luiz Antônio. **Bases biológicas da leucemia: etiologia e implicações clínicas**. São Paulo: Atheneu, 2018. https://books.google.com.br/books?id=i9m_r3rO_iAC

FACULDADE DE APUCARANA-FAP. **Normas para publicação de trabalhos: normas para a publicação de artigos na revista FAP Ciência**. Disponível em: fap.com.br/normas-para-trabalhos/. Acesso em: 09 out. 2025.

FADEL, Ana Paula. Investigação laboratorial de LLA. **AC&T Científica**, São José do Rio Preto, v. 1, n. 2, p. 10, 2010. Disponível em: <https://www.ciencianews.com.br/arquivos/ACET/IMAGENS/revista_virtual/hematologia/artapfadel.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

GRAACC – Grupo de Apoio ao Adolescente e à Criança com Câncer. **Cartilha Leucemias Agudas na Infância**. São Paulo: GRAACC, 2022. Disponível em: <https://graacc.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Cartilha_Leucemias_web.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

GREAVES, Mel. **A causal mechanism for childhood acute lymphoblastic leukaemia**. *Nature Reviews Cancer*, v. 18, n. 8, p. 471-484, 2018. Disponível em:

<<https://www.nature.com/articles/s41568-018-0015-6>>. Acesso em: 28 maio 2025.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021. Disponível em: <<https://archive.org/details/guyton-and-hall-textbook-of-medical-physiology-14ed>>. Acesso em: 28 maio 2025.

HALL, John E.; HALL, Michael E. **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology**. 14. ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2021. ISBN 978-0-323-59712-8 <https://shop.elsevier.com/books/guyton-and-hall-textbook-of-medical-physiology/hall/978-0-323-59712-8>

HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021. <https://biblioteca.sophia.com.br/terminal/8337/Acervo/Detalhe/29094?guid=1762041606024&returnUrl=%2Fterminal%2F8337%2FHome%2FIndex>

HOFFBRAND, A. Victor; MOSS, Paul A. H. **Essential Haematology**. 7. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2019.

INCA, **Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2025.

INSTITUTO ONCOGUIA. **Medula óssea e sangue**. Adaptação da American Cancer Society, 21 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.oncoguia.org.br/conteudo/medula-ossea-e-sangue/1112/307/>>. Acesso em: 11 jun. 2025.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchôa; CARNEIRO, José. **Histologia Básica: Texto e Atlas**. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

LABCEN. **Leucemia – diagnóstico precoce salva**. Pinhais, PR: Labcen, jan. 2025. Disponível em: <<https://labcen.com.br/leucemia-diagnostico-precoce-salva>>. Acesso em: 11 jun. 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: <https://ia804601.us.archive.org/7/items/Fundamentos_de_metodologia_cientfica_8._ed._-__www.meulivro.biz/Fundamentos_de_metodologia_cientfica_8._ed._-__www.meulivro.biz.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

LÓPEZ JIMÉNEZ, Diana Cristina; GUEVARA ARISMENDY, Natalia Milena. **Enfoque diagnóstico de las leucemias mieloides agudas pediátricas**. Medicina & Laboratorio, v. 22, n. 34, p. 111146, 2016. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8741555.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2025.

MENDES, Karina Daniela Silva; SILVEIRA, Rosely Cecília Canêdo Pinheiro; GALVÃO, Cristina Maria. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto & Contexto Enfermagem, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/?lang=pt>>. Acesso em: 22 maio 2025.

MIRANDA, Ricardo Luiz. **Cuidados multidisciplinares em oncologia pediátrica**. Revista Brasileira de Cancerologia, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 113-120, 2013. Disponível em: <<https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/339>>. Acesso em: 25 maio 2025.

MSD. **Visão geral da leucemia**. MSD Manual – Versão Profissional, 2024. Disponível em: <<https://www.msdmanuals.com/pt/profissional/hematologia-e-oncologia/leucemia/vis%C3%A3o-geral-da-leucemia>>. Acesso em: 22 maio 2025.

ONCOGUIA. **Quimioterapia e terapias-alvo na LMA**. Instituto Oncoguia, 2024. Disponível em: <<https://www.oncoguia.org.br/conteudo/tratamento-quimioterapico-da-leucemia-mieloide-aguda-lma/1605/333/>>. Acesso em: 21 maio 2025.

PUI, Ching-Hon; EVANS, William E. **Treatment of acute lymphoblastic leukemia**. *New England Journal of Medicine*, Boston, v. 354, n. 2, p. 166-178, 2006. <https://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMra052603>

PUI, Ching-Hon; ROBISON, Leslie L.; LOOK, A. Thomas. **Acute lymphoblastic leukaemia**. *The Lancet*, London, v. 371, n. 9617, p. 1030-1043, 2008. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3816716/>

PUGGINA, Ana Carolina. **Leucemia em crianças: abordagem clínica e terapêutica**. São Paulo: Manole, 2024.

SANARMED. **Resumo de hemocomponentes: células do sangue e plasma**. Disponível em: <<https://sanarmed.com/resumo-de-hemocomponentes-celulas-do-sangue-e-plasma/>>. Acesso em: 25 maio 2025.

SANTOS, João Paulo; SILVA, Maria Aparecida; OLIVEIRA, Carlos Roberto. **Aspectos clínico-epidemiológicos de pacientes entre 1 e 15 anos diagnosticados com leucemia linfoblástica aguda entre 2013 e 2017 em um hospital do interior da Bahia**. Revista Brasileira de Hematologia, v. 10, n. 2, p. 123-130, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S253113792402296X>>. Acesso em: 13 jun. 2025.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. Disponível em: <<https://journal.einstein.br/pt-br/article/revisao-integrativa-o-que-e-e-como-fazer>>. Acesso em: 9 jun. 2025.

TORTORA, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan H. **Princípios de anatomia e fisiologia**. 15. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

DIAGNÓSTICO PRECOCE DA LEUCEMIA INFANTIL E SEUS IMPACTOS POSITIVOS NAS PERSPECTIVAS TERAPÊUTICAS E PROGNÓSTICAS

Fabíola Sambatti Lalli¹
Luciano César Ferreira²

RESUMO

A leucemia infantil, especialmente a Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), representa cerca de 75% dos casos de neoplasias hematológicas em crianças, sendo a forma mais agressiva e prevalente (INCA, 2022). Essa doença compromete a medula óssea e afeta a produção de células sanguíneas, tornando o organismo mais suscetível a infecções, anemia e sangramentos. Este artigo tem como objetivo discutir a importância do diagnóstico precoce como fator determinante para o aumento das chances de cura e melhora na qualidade de vida das crianças acometidas. A metodologia baseou-se em uma pesquisa bibliográfica qualitativa, utilizando publicações nacionais e internacionais que abordam os fatores de risco genéticos, imunológicos e ambientais, além da relevância da atuação multiprofissional no processo diagnóstico e terapêutico. Os achados indicam que a identificação precoce dos sinais clínicos como palidez, febre persistente, dores ósseas e linfadenopatia em conjunto com exames laboratoriais (hemograma, mielograma, imunofenotipagem e testes moleculares) permite um diagnóstico mais ágil e preciso. Esse diagnóstico oportuno possibilita a definição imediata de protocolos terapêuticos, aumentando significativamente as taxas de sobrevivência. Conclui-se que o diagnóstico precoce é essencial para o sucesso do tratamento da LLA infantil. Além disso, destaca-se o papel fundamental do biomédico nesse processo e a necessidade de fortalecimento das políticas públicas que garantam acesso rápido ao diagnóstico e tratamento especializado.

Palavras-chave: Leucemia Linfoblástica Aguda. Diagnóstico Precoce. Biomédico.

ABSTRACT

This paper explores the role of the biomedical imaging specialist, focusing on the fundamental principles of imaging examinations and their essential and transcendent attribution in the health area and synergistically highlighting the role of the specialist in clinical diagnosis. The objective was to investigate the work of the biomedical imaging specialist, analyzing the fundamental principles of imaging examinations. In meeting this objective, the methodology adopted involved a bibliographic review that covered articles, books and academic papers from the last 8 years. The sources consulted included the Scielo, Virtual Health Library (VHL) and Google Scholar databases,

¹ Fabíola Sambatti Lalli. Acadêmica do Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR. 2025. Email – fabiolasambatti@hotmail.com

² Luciano César Ferreira. Orientador da pesquisa. Docente Especialista do Curso de Bacharelado em Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR. 2025. Email - luciano.cesar107@gmail.com

ensuring an updated and comprehensive approach to the subject. The fundamentals of several modalities of imaging examinations were discussed, such as computed tomography, magnetic resonance, ultrasonography, radiology, bone densitometry and nuclear medicine. Furthermore, the use of radiological contrasts in the examinations was explored. Therefore, it was concluded that the biomedical imaging specialist plays an important role in the clinical diagnosis process, and its performance evolves in response to demands and technological advances. In light of this, it is possible to observe that academic training, regulatory frameworks, preparation during graduation and the search for professional updating highlight the complexity of the profession.

Keywords: Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL). Early Diagnosis. Biomedical Scientist

1 INTRODUÇÃO

A leucemia infantil é uma das neoplasias hematológicas mais graves da infância, comprometendo a produção das células sanguíneas pela medula óssea e afetando a homeostase do organismo (INCA, 2022). A criança torna-se vulnerável a infecções, anemias e distúrbios hemorrágicos, o que compromete sua saúde de forma ampla.

Entre os subtipos, destaca-se a Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), responsável por cerca de 75% dos casos pediátricos (INCA, 2022). Esse tipo é marcado pela rápida proliferação de linfoblastos imaturos, que substituem células saudáveis da medula óssea, afetando a resposta imunológica (MIRANDA, 2013). A etiologia da LLA é multifatorial: Costa (2018) ressalta a interação entre predisposição genética e fatores ambientais, enquanto Greaves (2018) propõe a teoria dos “dois eventos genéticos”, destacando o papel das infecções comuns na ativação de mutações pré-existentes.

O diagnóstico precoce é essencial para a cura. Sinais como palidez, febre persistente, fadiga e sangramentos devem ser prontamente investigados (INCA, 2022). Exames simples, como o hemograma, podem indicar alterações sugestivas da doença (COSTA, 2018). O tratamento da LLA inclui quimioterapia intensiva, podendo envolver transplante de medula e imunoterapia, além de suporte psicossocial à criança e à família (MIRANDA, 2013; COSTA, 2018).

Embora a LLA seja o foco deste estudo, é importante mencionar outros subtipos, como a Leucemia Mieloide Aguda (LMA), mais agressiva, e as leucemias

crônicas (LMC e LLC), mais comuns em adultos, mas possíveis na infância (INCA, 2022).

Este artigo, intitulado “Diagnóstico Precoce Da Leucemia Infantil e Seus Impactos Positivos nas Perspectivas Terapêuticas e Prognósticas”, tem como objetivo geral compreender como a identificação precoce da LLA pode elevar as chances de cura. A questão norteadora é: quais fatores influenciam o desenvolvimento da LLA em crianças e quais estratégias são mais eficazes para seu diagnóstico e tratamento?

Justifica-se este estudo pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre a LLA, promovendo práticas clínicas mais eficazes e sensíveis. Além de abordar os aspectos biomédicos, a pesquisa enfatiza a importância de uma abordagem integral, que considere os impactos psicossociais da doença e reforce políticas públicas voltadas ao diagnóstico precoce e ao acesso universal ao tratamento (INCA, 2022; MIRANDA, 2013; COSTA, 2018)

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa desenvolvida por meio de uma revisão integrativa da literatura, que permite analisar e sintetizar diferentes estudos sobre leucemia infantil e diagnóstico precoce. Foram consultadas as bases SciELO, PubMed, LILACS e Google Scholar, adotando-se como critérios de inclusão publicações completas, em português, inglês ou espanhol, produzidas entre 2013 e 2025, que abordassem leucemia infantil, diagnóstico precoce, exames laboratoriais ou desfechos terapêuticos. Foram excluídos materiais anteriores a 2013, estudos sobre leucemias exclusivamente adultas, trabalhos incompletos, duplicados ou sem acesso ao texto integral, além de publicações não científicas. Os estudos selecionados foram analisados e organizados em eixos temáticos relacionados aos tipos de leucemia infantil, alterações hematológicas, importância do diagnóstico precoce e contribuições do biomédico, permitindo sintetizar o conhecimento atual sobre o tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir do levantamento bibliográfico estão sistematizados no Quadro 1, no qual se destacam os principais autores, títulos,

objetivos e resultados encontrados em suas pesquisas. Essa organização permitiu identificar convergências relevantes entre diferentes estudos, evidenciando que, embora cada autor aborde aspectos distintos da Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA), todos ressaltam a centralidade do diagnóstico precoce para o sucesso terapêutico e para a melhoria dos prognósticos.

Quadro 1 – Principais autores, objetivos e resultados contemplados nos artigos sobre Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA)

Autor	Título	Objetivo	Resultados
INCA (2022)	Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil	Apresentar dados epidemiológicos sobre o câncer no Brasil.	Evidencia a leucemia como a neoplasia mais incidente na infância e reforça a importância do diagnóstico precoce.
ABRALE (2024)	Leucemia infantil: sintomas e diagnóstico precoce	Conscientizar sobre sinais e sintomas da leucemia infantil.	Ressalta que o diagnóstico rápido amplia as chances de cura e minimiza complicações.
GRAACC (2022)	Cartilha Leucemias Agudas na Infância	Orientar pacientes e familiares sobre a doença.	Aponta a LLA como mais comum na infância e destaca protocolos de tratamento eficazes.
Costa (2018)	Bases biológicas da leucemia	Apresentar fundamentos biológicos e clínicos da leucemia.	Aborda fatores etiológicos e implicações clínicas da doença.
Greaves (2018)	A causal mechanism for childhood acute lymphoblastic leukaemia	Explicar os mecanismos causais da LLA.	Propõe hipóteses sobre origem imunológica e fatores ambientais da LLA infantil.
Bertelli (2011)	Tratamentos oncológicos e novas terapias moleculares	Analisar avanços em terapias oncológicas.	Apresenta novas abordagens moleculares que aumentam a eficácia do tratamento da leucemia.
Miranda (2013)	Cuidados multidisciplinares em oncologia pediátrica	Discutir a importância do cuidado integrado.	Defende a atuação multidisciplinar para garantir tratamento integral à criança.
Fadel (2010)	Investigação laboratorial de LLA	Investigar métodos laboratoriais para diagnóstico da LLA.	Aponta exames laboratoriais como fundamentais para confirmação diagnóstica.

Autor	Título	Objetivo	Resultados
Santos; Silva; Oliveira (2025)	Aspectos clínico-epidemiológicos da LLA	Estudar casos clínicos de crianças com LLA.	Identifica perfil clínico-epidemiológico de pacientes em hospital do interior da Bahia.
Puggina (2024)	Leucemia em crianças: abordagem clínica e terapêutica	Analisar a abordagem clínica e terapêutica da LLA.	Reforça a importância do diagnóstico precoce e descreve protocolos terapêuticos.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise do Quadro 1 permite observar que a literatura converge para a mesma direção: o diagnóstico precoce da LLA é determinante para o sucesso terapêutico e para o aumento da sobrevida infantil. Segundo Puggina (2024), a detecção oportuna possibilita intervenções mais eficazes e com menor risco de complicações. Bertelli (2011) corrobora ao destacar que o início rápido do tratamento está diretamente associado às maiores taxas de cura.

Além disso, os estudos de Santos, Silva e Oliveira (2025) demonstram a maior incidência da LLA entre crianças de dois a cinco anos, faixa etária também apontada por INCA (2022) como a mais vulnerável, o que reforça a necessidade de capacitar a atenção básica para identificar sinais como palidez, febre persistente, dor óssea e hepatoesplenomegalia.

Esse quadro clínico está diretamente relacionado à perda da homeostase, uma vez que a infiltração de blastos na medula óssea compromete a hematopoiese, resultando em anemia, maior suscetibilidade a infecções e risco de hemorragias (Greaves, 2018; INCA, 2022). O reconhecimento precoce desses sinais, muitas vezes discretos, é fundamental para que o diagnóstico seja estabelecido antes da progressão da doença.

Nesse processo, destaca-se o papel do biomédico, já que o diagnóstico depende de exames laboratoriais. O hemograma, embora simples, pode sugerir leucocitose, anemia e trombocitopenia (Costa, 2018; Pedrosa; Lins, 2002), enquanto o mielograma e a biópsia de medula óssea confirmam a infiltração por blastos. A citometria de fluxo complementa a análise ao identificar o subtipo imunológico (B, T ou NK), informação essencial para direcionar o tratamento (Greaves, 2018; ABRALE, 2022). Associado a isso, a investigação de alterações genéticas, como o cromossomo Filadélfia (Ph+), possibilita terapias-alvo específicas, incluindo inibidores de tirosina

quinase (Puggina, 2024). A avaliação da Doença Residual Mínima (DRM) constitui ainda um dos mais importantes preditores de recaída, como já consolidado pela literatura internacional (Borowitz et al., 2008).

Entre os fatores prognósticos, a faixa etária e a contagem leucocitária inicial permanecem os mais relevantes. Crianças fora da faixa entre 1 e 10 anos ou com leucócitos acima de $50.000/\text{mm}^3$ apresentam maior risco de recaída (Pedrosa; Lins, 2002; ABRALÉ, 2022). A infiltração do sistema nervoso central (SNC) ou dos testículos agrava ainda mais o prognóstico, exigindo protocolos terapêuticos mais intensivos (Pui; Evans, 2006).

Nos adultos, por sua vez, a LLA mostra evolução mais agressiva e resposta terapêutica menos favorável, especialmente após os 35 anos (Bertelli, 2011; INCA, 2022; Fielding, 2010). Além disso, as desigualdades regionais e a falta de acesso a serviços de diagnóstico avançado ainda constituem obstáculos importantes, sobretudo em populações socialmente vulneráveis (Costa, 2018; Hunger; Mullighan, 2015).

Em síntese, os resultados apontam que o diagnóstico precoce é decisivo para ampliar as chances de cura, reduzir complicações e favorecer protocolos menos invasivos. O biomédico, nesse contexto, desempenha papel estratégico, assegurando a precisão diagnóstica e o monitoramento da resposta terapêutica. Dessa forma, reforça-se a necessidade de investimentos em formação profissional, infraestrutura laboratorial e fortalecimento das redes de atenção oncológica, principalmente em regiões com maior vulnerabilidade.

A leucemia é a neoplasia hematológica mais comum na infância, caracterizada pela produção descontrolada de células imaturas na medula óssea, o que compromete a formação normal de hemácias, leucócitos e plaquetas (INCA, 2022). Esse processo leva a sintomas como anemia, infecções recorrentes e distúrbios hemorrágicos. Entre os subtipos, a Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) se destaca por representar aproximadamente 75% dos casos pediátricos, sendo de progressão rápida e exigindo diagnóstico precoce (Fadel, 2010; INCA, 2022).

A etiologia da leucemia é multifatorial, envolvendo fatores genéticos, ambientais e imunológicos. Greaves (2018) propõe a teoria dos “dois eventos genéticos”, sugerindo mutações intrauterinas ativadas por infecções na infância, enquanto Costa (2018) ressalta o papel das mutações nas células-tronco hematopoiéticas. Esses aspectos reforçam a complexidade da doença e a importância

do reconhecimento precoce dos sinais clínicos.

A leucemia infantil compromete diretamente a homeostase, equilíbrio essencial ao funcionamento do organismo. A proliferação de blastos na medula óssea reduz a produção de células sanguíneas normais, ocasionando fadiga, infecções e sangramentos (INCA, 2022). Além disso, os efeitos colaterais da quimioterapia, como mielossupressão e distúrbios metabólicos, agravam esse desequilíbrio (Costa, 2018). Nesse cenário, o restabelecimento da homeostase depende de cuidados multiprofissionais, incluindo suporte nutricional, monitoramento clínico e apoio psicossocial (Miranda, 2013; INCA, 2024). Dessa forma, o tratamento deve transcender a oncologia, priorizando a recuperação integral da criança.

Compreender esse processo exige atenção ao papel do sangue na manutenção da homeostase. Composto por hemácias, leucócitos e plaquetas, ele é responsável por funções vitais, que, na leucemia, encontram-se comprometidas: hemácias reduzidas resultam em anemia; leucócitos imaturos substituem os funcionais, fragilizando a imunidade; e a queda das plaquetas eleva o risco hemorrágico (Tortora & Derrickson, 2017; Greaves, 2018; Miranda, 2013). Esse desequilíbrio evidencia a gravidade da doença e justifica a importância de exames hematológicos no diagnóstico e no acompanhamento terapêutico (INCA, 2022; GRAACC, 2022).

A relevância dos exames se reforça quando se considera que a investigação precoce da leucemia é determinante para o prognóstico. Avaliações como hemograma, mielograma, imunofenotipagem e testes genéticos orientam a identificação do subtipo e a definição da conduta clínica (Costa, 2018; INCA, 2022). O diagnóstico antecipado possibilita intervenções individualizadas, reduzindo complicações e elevando as taxas de sobrevida. Contudo, desafios persistem, como a desigualdade no acesso a serviços especializados e a necessidade de capacitação dos profissionais da atenção primária (Greaves, 2018; Costa, 2018).

Nesse processo, destaca-se o papel estratégico do biomédico no diagnóstico da LLA, atuando desde a análise inicial de hemogramas até exames avançados, como imunofenotipagem e biologia molecular (Bertelli, 2011; Costa, 2018). Sua atuação não apenas garante precisão diagnóstica, estratificação de risco e acompanhamento da resposta terapêutica, como também fortalece o trabalho multiprofissional ao fornecer dados que embasam decisões clínicas e influenciam diretamente a qualidade de vida das crianças em tratamento (Miranda, 2013).

Por fim, é importante salientar que o diagnóstico da leucemia infantil depende de uma sequência articulada de exames laboratoriais. O hemograma identifica alterações iniciais; o mielograma confirma a presença de blastos; e a citometria de fluxo diferencia subtipos da doença (INCA, 2022). Já os testes citogenéticos e moleculares, como a detecção do cromossomo Filadélfia, orientam protocolos específicos e personalizam o tratamento (Bertelli, 2011). Assim, a atuação do biomédico na realização e interpretação desses exames é essencial não apenas para a precisão diagnóstica, mas também para o acompanhamento da doença residual mínima, parâmetro decisivo na avaliação do prognóstico.

4 CONCLUSÃO

A Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) representa uma das neoplasias mais incidentes na infância, com impacto significativo sobre a saúde pública, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. A literatura revisada evidencia de forma contundente que o diagnóstico precoce é um dos principais determinantes para o sucesso terapêutico, sendo diretamente responsável pelo aumento das taxas de sobrevida e pela melhora da qualidade de vida dos pacientes acometidos. Nesse contexto, a atuação do biomédico destaca-se como essencial em todas as etapas do processo diagnóstico, desde a coleta e análise de exames básicos, como o hemograma, até a aplicação de técnicas especializadas como imunofenotipagem, citogenética e biologia molecular.

A integração do biomédico à equipe multiprofissional possibilita uma abordagem mais precisa e eficaz, colaborando para a definição do subtipo leucêmico, estratificação de risco e monitoramento da resposta terapêutica, sobretudo por meio da análise da Doença Residual Mínima (DRM). Tais aspectos tornam a atuação biomédica não apenas técnica, mas também socialmente relevante, contribuindo para a humanização do cuidado e para a construção de condutas clínicas mais assertivas.

Além disso, os dados discutidos reforçam a importância do fortalecimento da atenção básica como porta de entrada para o reconhecimento precoce dos sinais e sintomas da LLA. O investimento em capacitação profissional, infraestrutura laboratorial e ampliação do acesso a centros especializados são estratégias

fundamentais para a superação dos desafios ainda presentes na realidade brasileira, especialmente em regiões com carência de recursos.

Assim, conclui-se que a detecção precoce, aliada à atuação multiprofissional e ao emprego de tecnologias laboratoriais avançadas, configura-se como eixo central no enfrentamento da LLA. A valorização do biomédico nesse processo é não apenas necessária, mas estratégica para alcançar melhores desfechos clínicos, garantir equidade no acesso ao diagnóstico e tratamento e, sobretudo, oferecer novas perspectivas de vida para as crianças acometidas por essa grave patologia.

REFERÊNCIAS

ABRALE – Associação Brasileira de Linfoma e Leucemia. **Leucemia infantil: sintomas e diagnóstico precoce**. São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://www.abrale.org.br>>. Acesso em: 11 jun. 2025.

AYRES, J. R. C. M. **Cuidado: trabalho e interação nas práticas de saúde**. Rio de Janeiro: CEPESC; São Paulo: Editora Hucitec, 2004. <https://www.cepesc.org.br/wp-content/uploads/2013/08/miolo-livro-ricardo.pdf>

BERTELLI, Lilian. **Tratamentos oncológicos e novas terapias moleculares**. São Paulo: Revinter, 2011. https://books.google.com.br/books?id=i9m_r3rO_iAC

COSTA, Luiz Antônio. **Bases biológicas da leucemia: etiologia e implicações clínicas**. São Paulo: Atheneu, 2018. https://books.google.com.br/books?id=i9m_r3rO_iAC

FACULDADE DE APUCARANA-FAP. **Normas para publicação de trabalhos: normas para a publicação de artigos na revista FAP Ciência**. Disponível em: <https://fap.com.br/normas-para-trabalhos/> Acesso em: 09 out. 2025.

FADEL, Ana Paula. *Investigação laboratorial de LLA*. **AC&T Científica**, São José do Rio Preto, v. 1, n. 2, p. 10, 2010. Disponível em: <https://www.ciencianews.com.br/arquivos/ACET/IMAGENS/revista_virtual/hematologia/artapfadel.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

GRAACC – Grupo de Apoio ao Adolescente e à Criança com Câncer. **Cartilha Leucemias Agudas na Infância**. São Paulo: GRAACC, 2022. Disponível em: <https://graacc.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Cartilha_Leucemias_web.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

GREAVES, Mel. **A causal mechanism for childhood acute lymphoblastic leukaemia**. Nature Reviews Cancer, v. 18, n. 8, p. 471-484, 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41568-018-0015-6>>. Acesso em: 28 maio 2025.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021. Disponível em: <<https://archive.org/details/guyton-and-hall-textbook-of-medical-physiology-14ed>>. Acesso em: 28 maio 2025.

HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021. ISBN 978-0-323-59712-8 <https://shop.elsevier.com/books/guyton-and-hall-textbook-of-medical-physiology/hall/978-0-323-59712-8>

INCA, **Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2025.

INSTITUTO ONCOGUIA. **Medula óssea e sangue**. Adaptação da American Cancer Society, 21 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.oncoguia.org.br/conteudo/medula-ossea-e-sangue/1112/307/>>. Acesso em: 11 jun. 2025.

LABCEN. **Leucemia – diagnóstico precoce salva**. Pinhais, PR: Labcen, jan. 2025. Disponível em: <<https://labcen.com.br/leucemia-diagnostico-precoce-salva>>. Acesso em: 11 jun. 2025..

MENDES, Karina Daniela Silva; SILVEIRA, Rosely Cecília Canêdo Pinheiro; GALVÃO, Cristina Maria. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto & Contexto Enfermagem, v.17, n.4, p.758-764, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/?lang=pt>>. Acesso em: 22 maio 2025.

MIRANDA, Ricardo Luiz. **Cuidados multidisciplinares em oncologia pediátrica**. Revista Brasileira de Cancerologia, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 113-120, 2013. Disponível em: <<https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/339>>. Acesso em: 25 maio 2025.

MSD. **Visão geral da leucemia**. MSD Manual – Versão Profissional, 2024. Disponível em: <<https://www.msdmanuals.com/pt/profissional/hematologia-e-oncologia/leucemia/vis%C3%A3o-geral-da-leucemia>>. Acesso em: 22 maio 2025.

PUGGINA, Ana Carolina. **Leucemia em crianças: abordagem clínica e terapêutica**. São Paulo: Manole, 2024. <https://www.com/sobre/1130997/ana-claudia-giesbrecht-puggina>

SANARMED. **Resumo de hemocomponentes: células do sangue e plasma**. Disponível em: <<https://sanarmed.com/resumo-de-hemocomponentes-celulas-do-sangue-e-plasma/>>. Acesso em: 25 maio 2025.

SANTOS, João Paulo; SILVA, Maria Aparecida; OLIVEIRA, Carlos Roberto.
Aspectos clínico-epidemiológicos de pacientes entre 1 e 15 anos diagnosticados com leucemia linfoblástica aguda entre 2013 e 2017 em um hospital do interior da Bahia. Revista Brasileira de Hematologia, v. 10, n. 2, p. 123-130, 2025. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S253113792402296X>>.
Acesso em: 13 jun. 2025.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de.
Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. Disponível em: <<https://journal.einstein.br/pt-br/article/revisao-integrativa-o-que-e-e-como-fazer>>. Acesso em: 9 jun. 2025.