

FACULDADE SANTA LUZIA
CURSO DE FARMÁCIA

SHIRLEY CRISTINA NUNES PEREIRA

ERROS ANALÍTICOS EM EXAMES LABORATORIAIS: revisão de literatura sobre
métodos automatizados e não automatizados em análises clínicas

SANTA INÊS

2026

SHIRLEY CRISTINA NUNES PEREIRA

ERROS ANALÍTICOS EM EXAMES LABORATORIAIS: revisão de literatura sobre métodos automatizados e não automatizados em análises clínicas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Santa Luzia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de graduado em Farmácia.

Orientador(a): Professora Dr^a. Mariana Barreto Serra

SANTA INÊS

2026

SHIRLEY CRISTINA NUNES PEREIRA

ERROS ANALÍTICOS EM EXAMES LABORATORIAIS: Revisão de literatura sobre métodos automatizados e não automatizados em análises clínicas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Santa Luzia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de graduado em Farmácia.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Mariana B. Serra

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Exp. Humberto T. Costa

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Exp. Aluísio S. Del

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Santa Inês, dia de mês de 2026

28/05/2026

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1 Frequência e tipo de erros na fase analítica	9
3.1.1 Erros nos métodos não automatizados	10
3.1.2 Erros nos métodos automatizados	11
3.2 Comparação e confiabilidade: Automação vs. Manual	12
3.3 Discussão geral	13
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS.....	15

ERROS ANALÍTICOS EM EXAMES LABORATORIAIS: revisão de literatura sobre métodos automatizados e não automatizados em análises clínicas

Shirley Cristina Nunes Pereira¹

Mariana Barreto Serra²

Resumo

Os exames laboratoriais são essenciais para nortear os profissionais de saúde na identificação precisa das doenças e no direcionamento adequado das intervenções durante todo o processo saúde-doença. Entretanto, mesmo com os avanços tecnológicos, ainda é comum a ocorrência de erros na fase analítica, que afetam diretamente a exatidão dos resultados e podem comprometer a segurança do paciente. O objetivo deste estudo foi analisar comparativamente a ocorrência de erros analíticos em métodos automatizados e não automatizados em análises clínicas, investigando suas causas, frequência e impacto na precisão, confiabilidade e qualidade dos resultados laboratoriais. A pesquisa caracterizou-se como bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva, com buscas realizadas entre janeiro e maio de 2026 nas bases de dados SciELO, PubMed e Google Scholar, incluindo artigos científicos, livros, normas técnicas e documentos institucionais publicados nos últimos 8 anos. Os resultados indicam que, nos métodos não automatizados, os erros analíticos têm origem predominantemente humana, envolvendo pipetagem incorreta, leitura visual subjetiva e controle inadequado do tempo de reação. Nos métodos automatizados, os erros têm caráter sistemático e estão relacionados a substâncias interferentes, falhas de calibração e problemas com reagentes ou equipamentos. A automação demonstrou contribuir significativamente para a redução de erros de execução humana e para a padronização dos resultados, sem, contudo, eliminar completamente as falhas. Conclui-se que a confiabilidade dos resultados depende da integração entre equipamentos bem mantidos, insumos de qualidade, controle de qualidade rigoroso e supervisão técnica qualificada, independentemente do método utilizado.

Palavras-chave: Erros analíticos. Análises clínicas. Métodos automatizados. Métodos não automatizados. Controle de qualidade laboratorial. Segurança do paciente.

Abstract

Laboratory tests are essential to guide health professionals in the precise identification of diseases and in the adequate direction of interventions throughout the health-disease process. However, despite technological advances, analytical errors in the processing phase remain common and can directly compromise result accuracy and patient safety. This study aimed to comparatively analyze the occurrence of analytical

¹ Graduando em Farmácia pela Faculdade Santa Luzia. E-mail: 2112@faculdesantaluzia.edu.br

² Dr^a em Ciências Médicas – Universidade de São Paulo, Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Maranhão, Farmacêutica Bioquímica e docente do curso de Farmácia da Faculdade Santa Luzia.

errors in automated and non-automated methods in clinical analyses, investigating their causes, frequency, and impact on precision, reliability, and quality of laboratory results. The research was characterized as a qualitative and descriptive bibliographic review, with searches conducted between January and July 2026 in SciELO, PubMed, and Google Scholar databases, including scientific articles, books, technical standards, and institutional documents published within the last 8 years. Results indicate that, in non-automated methods, analytical errors are predominantly human in origin, involving incorrect pipetting, subjective visual reading, and inadequate reaction time control. In automated methods, errors tend to be systematic, related to interfering substances, calibration failures, and problems with reagents or equipment. Automation was found to significantly contribute to the reduction of human execution errors and the standardization of results, without completely eliminating failures. It is concluded that result reliability depends on the integration of well-maintained equipment, quality supplies, rigorous quality control, and qualified technical supervision, regardless of the method used.

Keywords: Analytical errors. Clinical analyses. Automated methods. Non-automated methods. Laboratory quality control. Patient safety.

1. INTRODUÇÃO

Os exames laboratoriais desempenham um papel fundamental e indispensável na prática clínica moderna, pois constituem uma das principais bases para o diagnóstico, acompanhamento e tomada de decisões terapêuticas. De acordo com Silva *et al.* (2022), "Com os avanços tecnológicos e científicos observados ao longo dos séculos XX e XXI no Brasil e no mundo, os exames laboratoriais se consolidaram como uma ferramenta vital para o diagnóstico e tratamento das doenças."

A medicina contemporânea depende amplamente de informações confiáveis geradas pelos laboratórios, uma vez que grande parte das condutas médicas é orientada por esses resultados. Conforme enfatiza Cançado (2024), os exames laboratoriais são essenciais para nortear os profissionais de saúde na identificação precisa das doenças e no direcionamento adequado das intervenções durante todo o processo saúde-doença.

A relevância dos exames laboratoriais não se limita ao diagnóstico. De acordo com Cam-Pana, Oplustil e Faro (2011 apud Barros, 2023), eles também são amplamente utilizados para prevenção, prognóstico, monitoramento da resposta terapêutica e avaliação de riscos em procedimentos cirúrgicos. Isso demonstra que a atuação dos laboratórios está diretamente ligada a diferentes etapas da assistência ao paciente, reforçando seu caráter estratégico dentro do sistema de saúde.

Entretanto, mesmo com os avanços tecnológicos e a modernização dos processos laboratoriais, ainda é comum a ocorrência de erros, falhas e eventos adversos que poderiam ser evitados. Tais falhas podem surgir em qualquer etapa do processo, desde o preparo da amostra até a liberação dos laudos. Conforme aponta Gonçalves (2020), a presença desses erros contribui para o aumento de custos operacionais, devido à necessidade de recoletas, repetições de exames e atrasos na emissão dos resultados, o que pode culminar em diagnósticos tardios e comprometer a credibilidade dos serviços laboratoriais. Cançado (2024) reforça que falhas no processo laboratorial impactam diretamente o diagnóstico e o tratamento, podendo comprometer a segurança do paciente e influenciar negativamente os desfechos clínicos.

Diante desse cenário, torna-se necessário compreender de forma mais aprofundada a fase analítica, que abrange todas as etapas nas quais os exames são efetivamente processados. Apesar de amplamente estudada, essa fase ainda representa um grande desafio, pois concentra erros que afetam diretamente a exatidão dos resultados. A ANVISA (2025) descreve a fase analítica como “[...]um conjunto de processos com descrição específica, utilizado na realização das análises de acordo com determinado método.”

Nesse contexto, Pereira (2025) destaca que os erros mais comuns incluem falhas de calibração — seja por calibração inadequada ou pela ausência dela —, preparo incorreto de soluções, uso de equipamentos com limpeza insuficiente e outros fatores que interferem no desempenho técnico. O autor ressalta que os erros presentes na fase analítica se diferenciam das demais fases porque ocorrem durante o processamento da amostra, afetando de forma imediata a acurácia e a precisão dos resultados.

A automação tem sido cada vez mais utilizada nos laboratórios clínicos com a finalidade de reduzir essa variabilidade e minimizar falhas humanas. As tecnologias automatizadas surgem como estratégias eficazes para padronizar os procedimentos e garantir maior reprodutibilidade das análises. Segundo Oliveira e Silva (2020 apud Pereira, 2025), a fase analítica incorpora de forma crescente equipamentos automatizados, sistemas de medição e reagentes específicos. Os autores destacam que “[...]à calibração e manutenção adequada dos equipamentos, bem como ao uso correto dos reagentes, garantindo a confiabilidade e a precisão dos resultados obtidos (Oliveira; Silva, 2020 apud Pereira, 2025).

No entanto, mesmo com a automatização, a literatura demonstra que ambos os métodos apresentam potenciais fontes de falhas. Ainda há discussão sobre quais erros são mais frequentes, suas causas principais e o impacto real da automatização nessa fase na qualidade dos exames obtidos. Assim, torna-se essencial revisar as evidências disponíveis e comparar de forma crítica os erros analíticos associados a métodos automatizados e não automatizados, permitindo compreender suas diferenças, limitações e implicações para a segurança do paciente, justificando a relevância de estudos que abordem esse tema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

a) Tipo de pesquisa:

O presente estudo caracterizou-se como uma pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva, baseada na análise, interpretação e discussão de artigos científicos, teses, dissertações e documentos técnicos relacionados ao tema. A revisão bibliográfica foi realizada com o intuito de reunir, comparar e sintetizar o conhecimento já produzido sobre os erros analíticos, tanto em métodos automatizados quanto em métodos não automatizados, permitindo uma compreensão ampliada do fenômeno.

b) Local de estudo:

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, não houve um local físico específico para sua realização. O estudo foi desenvolvido entre os meses de janeiro a julho de 2025, período em que foram efetuadas as buscas, seleção, leitura e análise dos materiais científicos disponíveis nas bases de dados.

c) Amostra:

A amostra da pesquisa incluiu manuscritos encontrados nas bases de dados científicas e selecionados conforme os critérios estabelecidos. Foram utilizados entre 20 e 40 estudos, incluindo artigos científicos, livros, normas técnicas, revisões e documentos institucionais que tratem de erros laboratoriais na fase analítica. A quantidade poderá variar conforme a disponibilidade e relevância dos materiais encontrados.

e) Coleta de dados:

A coleta de dados foi feita por meio do levantamento de publicações científicas nas bases de dados Scielo, Pubmed e Google Scholar.

A análise dos estudos selecionados foi realizada em três etapas: Leitura seletiva para identificação dos matérias que atendam aos critérios de inclusão; leitura analítica destacando informações sobre tipos de erros, causas, impacto e frequências e leitura interpretativa e comparativa que permitiu organizar os achados em categorias temáticas relacionadas aos objetivos do estudo.

Foram incluídos na pesquisa os manuscritos publicados nos últimos 8 anos, publicados em português e inglês, que abordaram de forma direta os erros analíticos em exames laboratoriais; pesquisas que trataram de métodos automatizados ou não automatizados e documentos que apresentaram dados relevantes sobre as causas impactos e frequência desses erros.

Foram excluídos resumos simples, trabalhos que trataram de automação laboratorial, mas sem relação com erros analíticos, fontes sem credibilidade ou sem identificação de autoria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise bibliográfica, os resultados foram estruturados em categorias temáticas, permitindo uma análise comparativa entre os métodos automatizados e não automatizados, além de permitir a identificação dos principais erros analíticos e seus impactos na qualidade dos resultados laboratoriais.

3.1 O laboratório de análises clínicas

Quando se fala em assistência à saúde, são indispensáveis serviços que deem suporte a conduta de um médico em relação ao quadro clínico do paciente. Nesse cenário, os laboratórios de análises clínicas contribuem de forma considerável para a promoção da saúde através dos seus diversos setores e avanços contínuos relacionados a automação. (Aragão; Araujo, 2019).

O Laboratório de Análises Clínicas (LAC), pode ser definido como um segmento do mercado voltado para a análise de amostras biológicas de pacientes, seu objetivo é oferecer apoio ao diagnóstico e ao tratamento clínico. (Souza et al., 2020, apud Gonçalves, 2020). Nesse cenário, Dias, Barquete e Bello (2017, apud Gonçalves, 2020), revelam que o papel central de um LAC envolve avaliar amostras através de testes biológicos, físicos ou químicos, envolvendo equipamentos específicos e técnicas especializadas. O objetivo final desses testes, segundo os

autores, é contribuir com o diagnóstico, determinar o estágio de uma patologia e o prognóstico, acompanhar um tratamento e investigar fatores que poderiam gerar riscos à saúde humana.

“Quando se trata de um LAC, o fator humano é crucial para determinar o sucesso nos resultados, já que a natureza técnica e a complexidade dos serviços oferecidos demandam profissionais especializados na área. (UNILAB, 2017). A UNILAB (2017) destaca que médicos, bioquímicos, farmacêuticos, biomédicos e outros com formações técnicas devidamente qualificados, estão aptos para atuarem nas análises clínicas.

A realização de um exame laboratorial segue um fluxo geral que abrange desde a requisição do teste até a interpretação dos resultados. Para um melhor controle, esse processo é tradicionalmente dividido em três fases distintas: a pré-analítica, a analítica e a pós-analítica. (Mendes, 1998, apud Gonçalves, 2020). Dessa forma, “Os laboratórios clínicos envolvem processos e técnicas para realização dos exames laboratoriais que auxiliam no diagnóstico clínico contribuindo para que o médico estabeleça uma melhor conduta terapêutica.” (Codagnone & Guedes, 2014 Apud Santos; Trevisan, 2021).

De acordo com Barbosa & Mansour (2019), os exames laboratoriais fornecem a maior parte das informações (75%), que orientam a tomada de decisão sobre qual tratamento médico será utilizado. Os autores destacam em seu estudo que, diante dos avanços tecnológicos, se tornou importante equilibrar custos reduzidos, produtividade e atendimento humanizado, sendo importante a adoção de um sistema de qualidade que padronize os processos, otimize recursos aprimorando a confiabilidade dos exames e atendimento dos pacientes.

3.2 Processo laboratorial

Shcolnik (2019) aponta que o processo laboratorial apresenta três fases: a pré-analítica, analítica; e pós-analítica. A etapa pré-analítica é toda a parte inicial dos processos analíticos, engloba a identificação do paciente, transporte, coleta e acondicionamento de amostras, a solicitação de exames e etapas preparatórias. Segundo Silva, Moura e Moura (2022), por ser a etapa mais extensa e que envolve todos os processos anteriores a análise do material biológico, a fase pré-analítica é a que apresenta a maior quantidade de erros em comparação com as demais.

Na fase analítica, Shcolnik (2019) revela que é o cerne do processo, é a etapa onde o exame é realizado utilizando as técnicas, instrumentos e reagentes

específicos. Almeida (2022 apud Silva; Moura. Moura, 2022) complementa que “A fase analítica inicia na realização dos exames pelos equipamentos automatizados ou por profissionais capacitados de maneira manual. O controle de qualidade é aplicado nesta etapa para certificar bons resultados.”

A fase pós-analítica compreende a validação e divulgação do resultado, é nessa etapa que ocorre a interpretação clínica e tomada de decisão médica. (Shcolnik, 2019)

3.3 Erros Laboratoriais: Conceito e Classificação

“Erros laboratoriais são definidos como falhas que ocorrem em alguma das etapas do processo de realização de exames ou na negligência quanto aos cuidados necessários para garantir a segurança no ambiente laboratorial.” (Pereira, 2025)

Essa definição é ampliada pela perspectiva da ISO 22367:2008, que conceitua o erro laboratorial como “[...]falha na realização de ação, de acordo com o planejado ou a intenção, ou uso de um plano errado para atingir um objetivo, podendo ocorrer em qualquer etapa do processo laboratorial.” (ISO 22367:2008 apud Shcolnik (2019). A abrangência dessas etapas é explicitada pela Sociedade Brasileira de Patologia Clínica e Medicina Laboratorial (SBPC/ML), ao afirmar que o erro pode ocorrer “desde a solicitação do exame até o seu reporte e interpretação” (SBPC/ML, 2010, p. 43 Apud Pereira, 2025).

Dentre as fases do processo, a pré-analítica se destaca como a mais crítica. Conforme destacam Oliveira et al. (2009 apud Pereira, 2025), essa etapa inicial é responsável por mais de dois terços de todos os erros atribuídos ao laboratório, agravada pelo fato de contar com poucos procedimentos de rotina para a detecção de tais não conformidades.

Santos *et al.* (2020) revela que os erros laboratoriais podem ter diferentes consequências sobre a saúde dos pacientes, os dados encontrados em diferentes estudos, abordam que estes erros mudam dependendo do laboratório, tipos de exames realizados e pacientes que serão atendidos.

As consequências desses erros vão além dos riscos diretos à saúde do paciente. Plebani *et al.* (2006 apud Shcolnik, 2019) alertam que “mais de 30% dos erros laboratoriais estão associados a desconforto adicional ao paciente, realização de procedimentos invasivos desnecessários e aumento dos custos do cuidado de saúde.”

Esses dados confirmam que, mesmo em laboratórios com alto grau de automação, a fase analítica ainda apresenta fontes de falha específicas, relacionadas

principalmente ao funcionamento dos equipamentos e à qualidade dos insumos utilizados. Brito e Nakashima (2017) reforçam essa perspectiva ao apontar que a fase analítica contribui com percentuais variáveis de erros conforme o nível de automação e o perfil do laboratório, o que evidencia que não existe um padrão único de falhas, sendo necessário avaliar cada contexto de forma individualizada.

Entende-se, portanto, que os erros analíticos, embora menos frequentes que os pré-analíticos, possuem características próprias que os tornam particularmente críticos para a confiabilidade dos resultados e, conseqüentemente, para a segurança do paciente.

3.4 Métodos Automatizados em Análises Clínicas

“A fase de análise refere-se à execução do teste em si. Atualmente, esta etapa é altamente automatizada e em seu controle existem diversos parâmetros que são avaliados, como acurácia, sensibilidade, especificidade, precisão, entre outros.” (Silva; Moura; Moura, 2022).

Na análise desses parâmetros, precisam ser considerados aspectos como a calibração adequada dos equipamentos, a correta conservação dos reagentes e a utilização e aplicação de técnicas de análise estatística, como a carta de controle de Levey-Jennings, que possibilita a verificação de variações e imprecisões dos resultados do analisador (Fernandes, 2021 apud Silva; Moura; Moura, 2022).

Embora a automatização de analisadores represente avanços significativos na qualidade de resultados e reduzam o tempo de execução de exames, esse avanço ainda é limitado pela falta de padronização das tecnologias utilizadas e pela carência de informações técnicas sobre elas (Nakasato; Kussen; Hauser, 2019).

De modo geral, essas tecnologias se destacam por sua capacidade de padronizar os resultados e sua execução de análises em grande volume e curto espaço de tempo. Os modelos mais avançados permitem processar de centenas a milhares de amostras diariamente, o que não seria possível através de métodos manuais (Roche, 2018 apud Nakasato; Kussen; Hauser, 2019).

Silva (2024), destaca que a automação contribui para a redução de erros humanos em etapas críticas do processo de análise clínica, como a fase pré-analítica, em etapas como o preparo de amostras, centrifugação, pipetagem, alíquotas e outros, promovendo maior padronização e confiabilidade dos resultados obtidos.

Seguindo essa perspectiva, Sousa *et al.* (2021) apontam que realizar investimentos em gestão de qualidade, em capacitação contínua e na padronização

de processos torna-se fundamental na minimização de erros que são dependentes de procedimentos manuais.

3.5 Métodos Não Automatizados (Manuais/Tradicionais)

Conforme mencionado por Barbosa *et al.* (2021), os erros e as falhas mais comuns em laboratórios geralmente acontecem em áreas que ainda não foram automatizadas, especialmente quando há a intervenção humana nas fases de coleta das amostras, transporte e preparação inicial. A falta de informações cruciais do paciente é outro aspecto frequente que afeta a qualidade dos resultados. Os autores indicam que a maior parte desses equívocos ocorre durante o processo analítico, principalmente na etapa pré-analítica.

Mello (2021) enfatiza que amostras tratadas manualmente são mais propensas a erros, enquanto a automação favorece resultados mais exatos e confiáveis, aumentando a capacidade de processamento dos laboratórios.

Dentre os erros mais frequentes na fase pré-analítica, podemos destacar a identificação errada do paciente, a coleta inadequada de amostras, o volume abaixo do necessário e as condições impróprias de transporte ou armazenamento (Tischler, 2021).

Fonseca *et al.* (2015 apud Tischler, 2021) acrescentam que problemas como volume insuficiente, uso inadequado de tubos e má conservação das amostras também são bastante comuns. Essas falhas podem levar a resultados falsos, tanto positivos quanto negativos, prejudicando o diagnóstico e a conduta médica.

3.6 Impacto dos Erros Analíticos na Segurança do Paciente

“Erros de diagnóstico são uma ameaça significativa para a segurança dos pacientes, pois podem interferir diretamente no diagnóstico.” (Pires; Pires; Rocha, 2025). Conforme enfatiza Boechat (2021), falhas na execução dos exames - como a falta de calibração dos equipamentos - podem resultar em laudos inapropriados e, por consequência, em interpretações equivocadas.

Adicionalmente, Guimarães *et al.* (2011 apud Loiola, 2023) destacam que a identificação incorreta das amostras tem impacto direto sobre o diagnóstico e o tratamento. A identificação incorreta, em especial, é apontada como uma falha de grandes proporções, pois gera resultados laboratoriais que não correspondem ao real estado clínico do paciente, podendo levar a condutas terapêuticas inadequadas.

3.7 Frequência e tipo de erros na fase analítica

É amplamente reconhecido na literatura que a fase pré-analítica concentra a maior parte dos erros laboratoriais. No entanto, a fase analítica ainda responde por uma parcela relevante de falhas que não pode ser ignorada. Lin *et al.* (2025), em um estudo retrospectivo de grande porte conduzido em um laboratório central norte-americano, analisaram mais de 37 milhões de resultados provenientes de aproximadamente 11 milhões de amostras, no período de janeiro de 2022 a maio de 2023. Os autores identificaram 46.270 erros no total, dos quais 97% ocorreram na fase pré-analítica, 1% na fase analítica e 2% na fase pós-analítica. Apesar do baixo percentual relativo, os erros analíticos identificados tiveram causas bem definidas: substâncias interferentes (n=279), controle de qualidade fora do intervalo (n=65), problemas com equipamentos (n=58) e problemas com reagentes (n=49).

3.8 Erros nos métodos não automatizados

Nos métodos manuais (não automatizados), os erros ocorrem predominantemente por execução humana, sendo influenciados pela habilidade técnica, pelo estado de atenção do operador e pelas condições do ambiente de trabalho.

Berhan *et al.* (2026), em estudo transversal realizado no laboratório de hematologia do Hospital Especializado de Debre Tabor, na Etiópia, analisaram 2.221 amostras de sangue e seus formulários de solicitação. Os resultados revelaram que 80,55% dos formulários continham erros — com ausência de informações como diagnóstico, data e idade do paciente — e que 5,4% das amostras eram inadequadas para análise, sendo as principais causas o volume insuficiente e a ausência de identificação. Esses achados ilustram com clareza como a dependência da intervenção humana em cada etapa do processo contribui para o acúmulo de falhas.

No contexto específico da fase analítica dos métodos manuais, os erros mais frequentes envolvem a pipetagem incorreta, a leitura visual subjetiva de resultados, a troca de amostras por falha na organização da bancada e o controle inadequado do tempo de reação. A tabela 1 apresenta uma síntese dos principais erros identificados nessa modalidade:

Tabela 1 – Principais erros identificados nos métodos não automatizados

Tipo de erro	Causa principal	Impacto no resultado
Pipetagem incorreta	Falha técnica/fadiga humana	Imprecisão no volume de reagente/amostra
Erro na leitura visual	Subjetividade do operador	Resultados falso-positivos ou negativos
Troca de amostras	Falha na organização da bancada	Resultado atribuído ao paciente errado
Tempo de reação inadequado	Falha no controle de cronometragem	Alteração na intensidade da reação

Fonte: Mello (2021); Berhan *et al.* (2026).

3.9 Erros nos métodos automatizados

Os métodos automatizados, embora sejam mais padronizados e reproduzíveis, também apresentam falhas. Diferentemente dos métodos manuais, os erros nos sistemas automatizados tendem a ter um caráter sistemático, ou seja, afetam potencialmente um grande volume de resultados antes de serem detectados quando ocorrem. Lin *et al.* (2025) identificaram que, dentre os erros analíticos registrados em ambiente automatizado, as substâncias interferentes foram a principal causa, seguidas por controle de qualidade fora do intervalo, problemas com equipamentos e problemas com reagentes. A Tabela 2 apresenta os principais erros identificados nessa modalidade:

Tabela 2 – Principais erros identificados nos métodos automatizados

Tipo de erro	Causa principal	Impacto no resultado
Falha de calibração	Uso de calibradores vencidos ou inadequados	Erro sistemático (viés) nos resultados
Carry-over (contaminação)	Limpeza insuficiente das agulhas/cubetas	Interferência de uma amostra na seguinte
Interferência de Reagentes	Lotes e reagentes com instabilidade	Perda de linearidade e exatidão

Erros de Software/interface	Falha na comunicação entre equipamentos	Erro na transmissão de dados e laudos
-----------------------------	---	---------------------------------------

Fonte: Lin *et al.* (2025); Berhan *et al.* (2026).

3.10 Comparação e confiabilidade: Automação vs. Manual

A comparação entre os métodos automatizados e não automatizados revela diferenças significativas em relação à frequência, à natureza e ao impacto dos erros analíticos. Mello (2021), em seu estudo comparativo entre hemocultura manual e automatizada, demonstrou que o método automatizado apresentou 90% de positividade nas amostras analisadas, contra apenas 2% identificados pelo método manual. Segundo a autora, essa diferença expressiva se deve ao fato de que a hemocultura não automatizada sofre interferências de falhas técnicas dos operadores, falhas essas que sofrem reduções significativas quando o processo é automatizado.

Esses resultados mostram que a automação contribui para a redução de erros decorrentes da execução humana, além de promover maior padronização e reprodutibilidade dos resultados. Isso se torna bastante relevante nos laboratórios com alto volume de exames, onde a realização manual de tarefas repetitivas aumenta de forma progressiva o risco de fadiga e consequentemente falha técnica.

Contudo, é importante considerar que a automação, por si só, não garante a ausência de erros. Lin *et al.* (2025) demonstraram que mesmo em ambientes altamente automatizados, falhas analíticas relacionadas a reagentes, equipamentos e substâncias interferentes continuam ocorrendo. Isso reforça a compreensão de que a confiabilidade dos resultados não reside exclusivamente na tecnologia, mas na integração entre equipamentos bem mantidos, insumos de qualidade e supervisão técnica qualificada.

Nesse sentido, percebe-se que tanto os métodos manuais quanto os automatizados apresentam vulnerabilidades específicas. Enquanto nos métodos manuais predominam os erros de execução humana, nos métodos automatizados os erros estão mais relacionados à manutenção e calibração dos sistemas. Em ambos os casos, a ausência de controle de qualidade rigoroso representa o principal fator de risco para a confiabilidade dos resultados.

3.9 Discussão geral

Após análise dos estudos selecionados, nota-se que os erros analíticos, apesar de ocorrerem em menor proporção quando comparados aos erros pré-analíticos, devem receber o mesmo nível de atenção, pois os erros na fase analítica ocorrem no momento em que o resultado está sendo produzido, isso significa que qualquer falha nessa etapa chega diretamente ao laudo e influencia a conduta do médico em relação ao paciente.

Outro ponto importante evidenciado nos estudos é que o perfil dos erros muda bastante dependendo do método utilizado. Nos métodos manuais, as falhas têm origem humana e são difíceis de controlar de forma uniforme, pois dependem da habilidade, da atenção e do estado físico do operador em cada momento. Já nos métodos automatizados, os erros tendem a ser mais silenciosos. Quando uma falha de calibração ou um problema com reagente passa despercebido, ela afeta não uma, mas várias amostras ao mesmo tempo. Essa diferença é fundamental para entender que cada método necessita de formas específicas de controle e monitoramento.

A partir dos achados apresentados, compreende-se que ambos os métodos apresentam erros, no entanto a automação reduz significativamente os erros de execução humana e melhora a padronização dos resultados, como demonstrou Mello (2021) ao comparar hemoculturas manuais e automatizadas. Mas ela não elimina completamente as falhas, apenas muda o seu perfil. Da mesma forma, os métodos manuais, quando aplicados com rigor técnico adequado, ainda têm seu espaço e sua importância, especialmente em laboratórios menores ou em análises que exigem avaliação morfológica detalhada, algo que os equipamentos automatizados ainda não conseguem realizar de forma plena.

Entende-se que a escolha entre métodos automatizados e manuais não deve ser tratada com uma escolha excludente, em que apenas um dos métodos é válido, mas deve ser tratado como uma decisão estratégica baseada no perfil de cada serviço laboratorial.

Os achados deste estudo reforçam a necessidade de pesquisas contínuas sobre erros analíticos no contexto brasileiro, especialmente voltadas para a comparação entre diferentes níveis de automação e seus impactos reais sobre a segurança dos pacientes, área que ainda carece de estudos mais profundos e abrangentes na literatura nacional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica evidenciou que os erros analíticos, embora ocorram em menor proporção quando comparados aos erros pré-analíticos, representam um risco significativo para a qualidade dos resultados laboratoriais e, conseqüentemente, para a segurança do paciente. Isso se deve ao fato de que as falhas nessa fase ocorrem durante o processamento da amostra, chegando diretamente ao laudo e influenciando a conduta médica.

Nos métodos não automatizados, os erros têm origem predominantemente humana e estão associados à pipetagem incorreta, leitura visual subjetiva, troca de amostras e controle inadequado do tempo de reação. Esses fatores são difíceis de controlar de forma uniforme, pois dependem da habilidade, da atenção e do estado físico do operador em cada momento. Já nos métodos automatizados, os erros tendem a ter caráter sistemático, relacionados principalmente a substâncias interferentes, falhas de calibração, problemas com reagentes e falhas de equipamento. Quando não detectados precocemente, esses erros podem afetar simultaneamente um grande volume de resultados.

A comparação entre os dois métodos confirmou que a automação contribui de forma expressiva para a redução de erros de execução humana e para a padronização dos resultados. Contudo, a automação, por si só, não garante a ausência de falhas. A confiabilidade dos resultados depende da integração entre equipamentos bem mantidos, insumos de qualidade e supervisão técnica qualificada. Compreende-se, portanto, que a escolha entre métodos automatizados e manuais não deve ser tratada como excludente, mas como uma decisão estratégica baseada no perfil de cada serviço laboratorial.

A implementação de controle de qualidade rigoroso, a capacitação contínua dos profissionais e a padronização dos processos são medidas indispensáveis para a minimização de erros em ambos os métodos. Os achados deste estudo reforçam, ainda, a necessidade de pesquisas contínuas sobre erros analíticos em exames laboratoriais, especialmente voltadas à comparação entre diferentes níveis de automação e seus impactos reais sobre a segurança dos pacientes, área que ainda carece de estudos mais abrangentes na literatura.

REFERÊNCIAS

- BERHAN, Ayenew *et al.* Types and frequency of preanalytical errors occurring in the hematology laboratory at Debre Tabor comprehensive specialized hospital, North Central, Ethiopia, 2025. **Scientific Reports**, v. 16, n. 1, p. 7300, 2026.
- CAMPOS, Israel Marques *et al.* Terrorismo nutricional nas mídias sociais e sua relação com transtornos alimentares em mulheres: uma revisão narrativa. **BIUS – Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, v. 52, n. 46, p. 1–20, 2025.
- DA CUNHA, T. C. *et al.* Uso indiscriminado da automedicação no período pós-pandêmico. **Revista Contemporânea**, v. 5, n. 1, e7201, 2025.
- DE MELLO, Palloma Aline; SANTOS, Amanda Ferreira Freitas. Risco relacionado ao uso de medicamentos utilizados no tratamento da obesidade. 2021.
- CALADO, Guilherme de Araújo; DA SILVA, Marília Vital; LIMA, Cristiane Gomes. Riscos da automedicação e a importância da venda controlada de medicamentos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 6, p. 1117-1129, 2024.
- DE SOUZA, Rayane Vitoria Marcos Brum; COLLI, Luciana Ferreira Mattos; DE ANDRADE, Leonardo Guimarães. A influência e os riscos das mídias sociais no uso de medicamentos para emagrecer. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 11, p. 810-822, 2024.
- DE FREITAS, Evelyn Ximenes Carvalho; BAIENSE, Alex Sandro Rodrigues; DE ANDRADE, Leonardo Guimarães. A influência da mídia social nos medicamentos para emagrecimento. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 6, p. 986-1001, 2024.
- FERREIRA, Isabella Silva; DE CARVALHO, Ciro José Sousa. A influência da propaganda de medicamentos na prática da automedicação: um problema de saúde pública. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 47642-47652, 2021.
- FERREIRA, Francisca das Chagas G. *et al.* O impacto da prática da automedicação no Brasil: Revisão Sistemática. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 3, p. 1505-1518, 2021.

GNOATTO, A. R. *et al.* Identificação de anorexígeno não declarado em produto comercializado como fitoterápico. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.2, p. 5385-5394, 2021.

GONZALEZ, Maria Helena da Silva Silveira *et al.* O impacto da automedicação na vida dos brasileiros. 2022.

GUEDES, Anne Caroline Santiago; DE ANDRADE, Leonardo Guimarães. A atuação do farmacêutico no combate a automedicação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 1504-1514, 2021.

GUIMARÃES, P. H. D.; PACHECO, R. P.; MORAIS, Y. J. Cuidados farmacêuticos e uso de medicamentos isentos de prescrição (MIPs). **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 12, p. e485101220405, 2021.

JUNIOR, Eduardo Martins Cordeiro; ABREU, Thiago. Atuação do profissional farmacêutico na automedicação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 9, p. 216-229, 2021.

JUNIOR, Vanilson Silva Costa; DE OLIVEIRA, Ana Livia Rodrigues; AMORIM, Aline Teixeira. Automedicação influenciada pela mídia no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, 2022.

MACEDO, Ana Aparecida de Oliveira *et al.* Efeitos colaterais e perigos associados aos fármacos utilizados no processo de emagrecimento: uma revisão. 2022.

MANGUEIRA, Fernanda da Silva; SOARES, Terciana Cavalcanti. O impacto das mídias sociais no comportamento do consumidor: responsabilidade civil dos influenciadores digitais em face do ordenamento jurídico brasileiro. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 3, p. 2175–2186, 2025.

MARTINS, Layanne de Souza *et al.* Os riscos da automedicação com medicamentos isentos de prescrição: um problema de saúde pública. **Revista foco**, v. 18, n. 6, p. e8587-e8587, 2025.

MELLO *et al.* Nefrotoxicidade e alterações de exames laboratoriais por fármacos: revisão da literatura. **Revista de Medicina**, v. 100, n. 2, p. 152-161, 2021

PORTO, Grazielle Belchior de Carvalho; PADILHA, Heloísa Sarto Camões Vieito; SANTOS, Gérsika Bitencourt. Riscos causados pelo uso indiscriminado de medicamentos para emagrecer. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e535101019147, 2021.

QUEIROZ, Solange Lopes *et al.* A influência da mídia sobre a automedicação e o papel do farmacêutico para promover o uso racional de medicamento. **Saúde & ciência em ação**, v. 8, n. 1, p. 130-145, 2022.

RUIZ, Ana Carolina. A automedicação no brasil e a atenção farmacêutica no uso racional de medicamentos. **Revista saúde multidisciplinar**, v. 11, n. 1, 2022.

SILVA, Natália Cristina Sousa *et al.* Análise da utilização de medicamentos emagrecedores dispensados em farmácias de manipulação de Ipatinga-MG. *Única Cadernos Acadêmicos*, v. 3, n. 1, 2017.

SILVA, L. P. A. Riscos da automedicação: uma breve revisão bibliográfica / Risks of self-medication: a brief literature review. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 12, p. 112552–112560, 29 dez. 2021.

SOUZA, A. P. C. R. Anorexígenos: controle rígido ou proibição de seu uso. TCC (Graduação em Farmácia) –Faculdade de Farmácia, Universidade de Uberaba, Uberaba, p. 21, 2019.

VALLADARES, Emilly Juliane da Silva; BAIENSE, Alex Sandro Rodrigues. Uso indiscriminado de medicamentos para emagrecimento. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 4, p. 1907-1921, 2023.

VAL, Maria Gabriela Pimenta do *et al.* Mídias sociais digitais e posicionamento de autoridade em comunicação. 2025.

VAZ, Leticia Rodrigues; DA SILVA, Keilane Pereira Cardoso; OLIVEIRA, Daniella Ponciano. A representação da beleza feminina nas mídias sociais: padrões estéticos e impactos na autoestima. **Amazônia: science & health**, v. 10, n. 4, p. 67-79, 2022.

XAVIER, Mateus Silva *et al.* Automedicação e o risco à saúde: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, p. 225-240, 2021.