



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Fatores críticos para o sucesso na implementação de um sistema LIMS em laboratórios de controlo de qualidade

Tatiana Cardoso dos Santos Nunes

Mestrado em Gestão Aplicada

Orientador:

Professor Doutor Leandro Ferreira Pereira, Professor
Associado com Agregação, ISCTE – Business School

Julho, 2025



BUSINESS
SCHOOL

Fatores críticos para o sucesso na implementação de um sistema LIMS em laboratórios de controlo de qualidade

Tatiana Cardoso dos Santos Nunes

Mestrado em Gestão Aplicada

Orientador:

Professor Doutor Leandro Ferreira Pereira, Professor
Associado com Agregação, ISCTE – Business School

Julho, 2025

“Sempre chegamos ao sítio onde nos esperam”

José Saramago

AGRADECIMENTOS

Esta jornada acadêmica representou um equilíbrio fundamental entre aprendizagem, dedicação e relações humanas. Expresso o meu profundo reconhecimento a todos os que, de diferentes formas, contribuíram para a concretização desta dissertação.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador, Professor Leandro Pereira, pela sua orientação, disponibilidade e valiosos contributos ao longo deste percurso. A sua visão e conhecimento foram fundamentais para a estruturação e aprofundamento deste trabalho. Quero igualmente agradecer aos meus colegas e ex-colegas de profissão, pela generosidade com que aceitaram participar nas entrevistas e pela partilha de experiências que enriqueceram esta investigação.

De forma muito especial, deixo um querido agradecimento ao meu marido, José, pelo apoio incondicional, paciência e incentivo constante. Sem ele, esta etapa não teria sido a mesma.

A todos os que acreditam na construção de conhecimento e que, com pequenas ações, tornam o futuro melhor: o meu sincero obrigado.

RESUMO

PT (Português)

Este estudo aborda a adoção de sistemas de gestão de informação laboratorial (LIMS) em contextos de controlo de qualidade, com particular enfoque em laboratórios que operam segundo requisitos regulamentares como as Boas Práticas de Fabrico (GMP) e a norma ISO/IEC 17025. Analisa-se de que forma estas ferramentas tecnológicas podem contribuir para garantir a integridade dos dados, a rastreabilidade e o cumprimento normativo, assegurando simultaneamente a eficiência dos processos laboratoriais.

Para a investigação, foi seguida uma abordagem qualitativa baseada em entrevistas semiestruturadas a profissionais de laboratórios com e sem LIMS implementado. Os testemunhos foram analisados tematicamente e complementados com ferramentas gráficas como gráficos de Pareto, diagramas de Ishikawa, nuvens de palavras e mapas mentais para apoiar a interpretação e organização da informação recolhida.

O estudo avaliou várias dimensões associadas à adoção de LIMS, incluindo fatores técnicos, organizacionais e humanos, impacto nos fluxos de trabalho, vantagens e barreiras identificadas. Entre os benefícios apontados destacam-se o reforço da rastreabilidade, a automatização de registos, a redução de erros manuais e o apoio à conformidade normativa. Por outro lado, foram referidos desafios como os custos de implementação, a disponibilidade de recursos, a complexidade inicial e a resistência à mudança. As perspetivas recolhidas evidenciam diferenças relevantes entre utilizadores e não utilizadores do sistema, permitindo uma visão comparativa sobre a adoção tecnológica em diferentes realidades laboratoriais.

Palavras-chave: LIMS | Rastreabilidade | Adoção tecnológica | Gestão da qualidade | Laboratórios controlo de qualidade

Classificação JEL: M15, O33

ABSTRACT

EN (English)

This study addresses the adoption of Laboratory Information Management Systems (LIMS) in quality control settings, with particular emphasis on laboratories operating under regulatory frameworks such as Good Manufacturing Practices (GMP) and the ISO/IEC 17025 standard. The analysis focuses on how these digital tools can support data integrity, traceability, and regulatory compliance while ensuring laboratory efficiency.

A qualitative approach was adopted, based on semi-structured interviews with professionals from laboratories with and have not implemented LIMS. The interviews were thematically analysed and complemented by visual tools including Pareto charts, Ishikawa diagrams, word clouds, and mind maps to support interpretation and synthesis of the data collected.

The study evaluated multiple aspects related to the adoption of LIMS, including technical, organizational, and human factors, impact on workflow, advantages, and reported obstacles. Among the most mentioned benefits were enhanced traceability, automation of documentation, reduction of manual errors, and improved compliance with regulatory standards. On the other hand, challenges such as implementation costs, limited resources, initial complexity, and resistance to change were also identified. The collected perspectives revealed relevant differences between users and non-users, providing a comparative overview of motivations, expectations, and real-life experience in diverse laboratory contexts.

Keywords: LIMS | Traceability | Technology Adoption | Quality Management | Quality Control Laboratories

JEL Classification: M15, O33

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT.....	v
GLOSÁRIO TERMOS TÉCNICOS.....	xi
GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO LITERÁRIA.....	5
2.1 Adoção de LIMS: Fatores Tecnológicos, Humanos e Organizacionais	5
2.2 Integridade de Dados e Rastreabilidade em Laboratórios de Qualidade	7
2.3 Conformidade Regulatória (<i>Compliance</i>) e Normas de Qualidade.....	9
2.4 Eficiência Operacional e Benefícios da Implementação de LIMS.....	10
2.5 Desafios de Implementação e Fatores Críticos de Sucesso	12
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 Tipo e Natureza da Investigação	15
3.2 População e amostragem	16
3.3 Técnica e Instrumento de Recolha de Dados.....	17
3.4 Procedimentos de recolha de dados	18
3.5 Técnicas de Análise de Dados	19
3.6 Considerações éticas.....	19
4. RESULTADOS	21
4.4 Temas Principais da Análise Qualitativa.....	25
4.5 Benefícios e Melhorias Associados ao LIMS.....	27
4.6 Dificuldades e Obstáculos na Implementação	28
4.7 Formação da Equipa e Aceitação (Resistência à Mudança).....	30
4.8 Funcionalidades Essenciais e Integração de Sistemas.....	32

4.9 Fatores de Decisão e Custos de Adoção do LIMS	34
4.10 Perspetivas Futuras e Recomendações	36
5. DISCUSSÃO	39
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	45
7. LIMITAÇÕES	49
8. BIBLIOGRAFIA	51
9. ANEXOS	57
Anexo A – Guião de entrevistas	57

ÍNDICE FIGURAS

Figura 4.1 - Nuvem de palavras das entrevistas com laboratórios com LIMS (Perfil I)..	23
Figura 4.2 - Nuvem de palavras das entrevistas com laboratórios sem LIMS (Perfil II)..	24
Figura 4.3 – Gráfico de Pareto com a frequência dos temas identificados nas entrevistas e percentagem acumulada.....	25
Figura 4.4 - Matriz de coocorrência de temas identificados nas entrevistas..	26
Figura 4.5 - Palavras mais frequentes mencionadas nas entrevistas, por grupo de participantes (LIMS vs. NAOLIMS).....	26
Figura 4.6- – Diagrama de causa-efeito (Ishikawa) com os principais obstáculos à implementação de um sistema LIMS..	30
Figura 4.7 - Mapa mental com os principais desafios, benefícios, sugestões e perspectivas futuras associados à adoção de LIMS.....	38

ÍNDICE TABELAS

Tabela 3.1 - Correspondência entre as questões de investigação e exemplos de perguntas no guião.....	17
--	----

GLOSÁRIO TERMOS TÉCNICOS

5 Porquês: Técnica de resolução de problemas que consiste em perguntar “porquê?” repetidamente até se chegar à causa raiz.

Análise de Pareto: Método gráfico que ajuda a identificar os fatores mais significativos, ordenando-os por frequência ou impacto.

Análise Temática: Técnica qualitativa utilizada para identificar e relatar padrões (temas) dentro de dados.

Brainstorming: Técnica de geração de ideias em grupo sem julgamento imediato, para estimular a criatividade.

Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa): Ferramenta visual que identifica causas potenciais de um problema, também conhecido como 'espinha-de-peixe'.

Entrevista semiestruturada: Técnica qualitativa baseada num guião flexível, permitindo explorar temas emergentes.

Gemba Walk: Prática de observação direta no local onde o trabalho ocorre, usada na gestão da qualidade.

Gestão da Qualidade: Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização em termos de qualidade.

Kaizen: Filosofia de melhoria contínua baseada em pequenas mudanças constantes.

Mapa Mental: Representação gráfica de ideias ou conceitos organizados em torno de um tema central.

Melhoria Contínua: Princípio que visa a constante otimização de processos, produtos ou serviços.

Matriz de Coocorrência: Representação gráfica das ligações entre temas com base na frequência de coocorrência.

Orange Data Mining: Plataforma de código aberto para análise e visualização de dados.

Rastreabilidade: Capacidade de seguir o histórico, aplicação ou localização de um produto ou dado.

Resistência à Mudança: Reação que dificulta a implementação de novos processos ou sistemas.

IQ – Installation Qualification (Qualificação da Instalação): verificação de que o sistema ou equipamento foi instalado corretamente de acordo com as especificações.

OQ – Operational Qualification (Qualificação Operacional): verificação de que o sistema funciona conforme esperado em condições normais de operação.

PQ – Performance Qualification (Qualificação de Desempenho): verificação de que o sistema realiza consistentemente as suas funções no ambiente real de utilização.

TAM – Technology Acceptance Model (Modelo de Aceitação da Tecnologia): modelo teórico que explica como os utilizadores chegam a aceitar e utilizar uma tecnologia, com base na utilidade percebida e na facilidade de uso.

UTAUT – Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (Teoria Unificada da Aceitação e Utilização da Tecnologia): modelo que integra várias teorias sobre aceitação tecnológica, considerando fatores como desempenho esperado, esforço esperado, influência social e condições facilitadoras.

EudraLex – Conjunto de regras e diretrizes da União Europeia que regulam os medicamentos para uso humano e veterinário.

ISO/IEC 17025 - Norma internacional que define os requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.

GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS

5P - Técnica dos 5 Porquês

BI - Business Intelligence

ERP - Enterprise Resource Planning

GMP - Good Manufacturing Practices (Boas Práticas de Fabrico)

INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde

IoT - Internet of Things

ISPE - International Society for Pharmaceutical Engineering

IT - Information Technology

LIMS - Laboratory Information Management System

PDCA - Plan-Do-Check-Act (Ciclo de Melhoria Contínua)

QMS - Quality Management System

RD - Research and Development

SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade

TAM - *Technology Acceptance Model* (Modelo de Aceitação da Tecnologia)

UTAUT- *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (Teoria Unificada da Aceitação e Utilização da Tecnologia)

ALCOA+ - Acrónimo para Attributable, Legible, Contemporaneous, Original, Accurate + Complete, Consistent, Enduring, and Available

CFR - Code of Federal Regulations (Código de Regulamentos Federais dos EUA)

EMA - European Medicines Agency (Agência Europeia do Medicamento)

FDA - Food and Drug Administration (Agência de Administração de Alimentos e Medicamentos dos EUA)

IQ – Installation Qualification (Qualificação da Instalação)

OQ – Operational Qualification (Qualificação Operacional)

PQ – Performance Qualification (Qualificação de Desempenho)

TAT – Turnaround Time (Tempo de Resposta)

ERP – Enterprise Resource Planning (Planeamento dos Recursos da Empresa)
MES – Manufacturing Execution System (Sistema de Execução da Produção)
HPLC – High Performance Liquid Chromatography (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência)
GC – *Gas Chromatography* (Cromatografia Gasosa)
KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador-Chave de Desempenho)

1. INTRODUÇÃO

Os laboratórios de controlo de qualidade desempenham um papel central em contextos como o farmacêutico, o alimentar, ou o ambiental, garantindo que os produtos são seguros e que cumprem as normas em vigor. No entanto, à medida que o número de amostras e a complexidade das análises aumentaram, os métodos antigos de documentação, como os registos em papel ou as folhas de cálculo Excel, começaram a revelar limitações. Já não são suficientes para garantir a integridade dos dados, a rastreabilidade ou a agilidade exigida atualmente (Jaiswal et al., 2020).

Nos últimos anos, tem-se assistido a uma mudança clara: os sistemas laboratoriais, que eram processos manuais, frequentemente desenvolvidos de forma independente, passaram a ser soluções digitais e integradas. O aparecimento dos chamados LIMS, *Laboratory Information Management Systems*, no final do século passado, marcou o início dessa transformação.

De acordo com Nakagawa (1994), estes sistemas foram criados para automatizar o registo de amostras, uniformizar os procedimentos de trabalho e reunir todos os dados num único local.

Estudos recentes mostram que muitos laboratórios deixaram os métodos manuais ou até o Excel para trás e passaram a usar plataformas LIMS feitas à medida. Segundo Tomlinson et al. (2022), estas são capazes de lidar com processos mais exigentes e com maior quantidade de informação.

Esta mudança não aconteceu por acaso, foi uma resposta direta à crescente pressão por mais qualidade e mais rigor nas exigências legais (Wingate, 2016).

A adoção de novas tecnologias no local de trabalho é um tema que os investigadores tentam compreender há já bastante tempo, tentando identificar os fatores que influenciam a aceitação das pessoas. Existem alguns modelos que explicam este comportamento e que são frequentemente referidos na literatura. Davis criou em 1989 o *Technology Acceptance Model* (TAM), que assume maior relevância quando usado com a *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT), desenvolvida mais tarde por Venkatesh e colegas, e a Teoria da Difusão da Inovação, criada por Rogers.

O modelo TAM é simples, mas eficaz. Segundo Davis, o modo como as pessoas encaram uma tecnologia depende, em grande parte, de dois fatores: se a acham útil e se a

consideram fácil de utilizar, ou seja, se a tecnologia lhes parece simples e intuitiva de usar. O modelo TAM tem-se revelado bastante útil, apesar de aparentar simplicidade. Um estudo recente, de 2023, combinou este modelo com o UTAUT e demonstrou que a utilidade reconhecida tem, de facto, um impacto significativo na decisão de utilizar novas ferramentas. Por outro lado, quando existe receio ou ansiedade em relação à tecnologia, essa adoção tende a ser menor (Edo et al., 2023).

A UTAUT, por sua vez, junta elementos de vários modelos anteriores, incluindo o próprio TAM, e acrescenta outras variáveis como a influência dos colegas, o esforço esperado e até as condições que facilitam (ou dificultam) o uso. Continua a ser muito utilizada, especialmente em áreas como a da saúde ou em laboratórios, e os dados mais recentes comprovam a sua funcionalidade (Roudi et al., 2022). Por fim, há a abordagem de Rogers, que tem um olhar mais abrangente. Esta abordagem procura perceber como é que as inovações se disseminam dentro de uma organização. Rogers aponta cinco aspetos que influenciam essa expansão: a vantagem que trazem, o quanto são compatíveis com o que já existe, a sua complexidade, se podem ser testadas antes, e se os resultados são visíveis. Em áreas como os laboratórios, estes critérios continuam a ser muito relevantes, e ajudam a perceber por que razão certas tecnologias são adotadas mais depressa que outras (Achuthan et al., 2020).

No fundo, todos estes modelos oferecem formas diferentes de olhar para o mesmo problema: o que leva alguém a aceitar, ou a resistir, à implementação de novos sistemas, como os que se usam hoje em muitos laboratórios (Davis, 1989; Rogers, 2003; Venkatesh et al., 2003).

Mesmo com todos os avanços que têm sido feitos, quer em termos de teoria, quer na prática, ainda há bastante por explorar quando se fala na adoção de LIMS em laboratórios de controlo de qualidade que operam dentro de contextos regulatórios mais apertados (Timóteo et al., 2021). O que se vê, na maioria das pesquisas realizadas, é um foco muito claro nos laboratórios clínicos ou de investigação, e quase sempre em países desenvolvidos (Oluwole et al., 2022). Por isso, continua a faltar investigação que olhe para realidades mais industriais, como os laboratórios farmacêuticos que seguem normas GMP (Charoo et al., 2023).

Adicionalmente, embora os modelos de aceitação de tecnologia sejam usados com frequência, são poucos os estudos que cruzam esses modelos com as exigências mais específicas que as GMP impõem, como a validação dos sistemas ou a integridade dos

dados (Charoo et al., 2023). Existe ainda a questão de perceber se o sistema valeu a pena: medir o retorno sobre o investimento ou até ganhos mais objetivos, depois da implementação de um LIMS, ainda não é algo simples nem muito estudado (Timóteo et al., 2021).

Tudo isto aponta para uma necessidade clara: é preciso haver mais estudos que consigam ligar a teoria à realidade de quem trabalha em ambientes fortemente regulados. Só assim se consegue perceber que fatores é que fazem realmente a diferença na adoção de um sistema destes num laboratório onde a qualidade e *compliance* são parte do dia-a-dia (Timóteo et al., 2021).

Com base nesta fundamentação, chega-se então ao problema central que este estudo procura explorar: perceber que fatores são realmente críticos para o sucesso na implementação de um sistema LIMS em laboratórios de controlo de qualidade que operam segundo os requisitos das GMP e/ou ISO/IEC 17025:2017. Mais do que isso, o objetivo passa por identificar também as boas práticas que ajudam a garantir que essa implementação corre bem e que o sistema não só é adotado, mas se mantém funcional e útil ao longo do tempo.

O que se pretende é compreender que elementos, sejam eles técnicos, organizacionais ou humanos, têm influência positiva (ou negativa) na aceitação e utilização do LIMS neste tipo de contexto. Tudo isto com um objetivo claro: assegurar a integridade dos dados, a rastreabilidade dos ensaios e o cumprimento das normas, mas sem comprometer a eficiência operacional do laboratório.

A importância deste estudo pode ser vista a partir de várias formas. Do ponto de vista da indústria, garantir que os dados analíticos são íntegros e fiáveis é essencial. Não só para evitar erros em resultados que possam pôr em causa a segurança dos consumidores, mas também para prevenir custos acrescidos com reprocessamentos ou atrasos na produção (Charoo et al., 2023).

Quando há falhas na integridade dos dados em laboratórios de controlo de qualidade, as consequências podem ser sérias. Estudos indicam que erros em registos, como resultados fora de especificação ou mesmo dados manipulados, estão entre os motivos mais frequentes de ações corretivas impostas por parte das autoridades reguladoras.

Por isso mesmo, tanto do lado empresarial como do ponto de vista regulatório, faz sentido procurar práticas que ajudem a prevenir este tipo de falhas. Medidas como o uso de registos de auditoria, controlo de acessos ou formação, têm mostrado trazer benefícios

claros, nomeadamente em termos de conformidade com as normas e redução de riscos (Charoo et al., 2023).

Quando os dados são apresentados em inspeções ou acreditações, a forma como estão organizados faz mesmo a diferença. É o que permite que as autoridades consigam verificar se as GMP e/ou ISO/IEC 17025:2017 estão a ser cumpridas (Wingate, 2016). E isto tem ganho ainda mais relevância nos últimos tempos. Tanto a FDA como a EMA, têm vindo a apertar as regras em torno da integridade dos dados, com base nos princípios ALCOA+, e da validação de sistemas informáticos, como previsto no 21 CFR Part 11 ou no Anexo 11 das GMP europeias. Os laboratórios são obrigados a garantir que tudo o que registam é completo, coerente, e sujeito de ser auditado, quer por via de soluções tecnológicas, quer através de procedimentos bem definidos (Wingate, 2016).

Já do lado académico, este trabalho tenta juntar dois campos que raramente são analisados em conjunto: a aceitação de tecnologia e a gestão da qualidade em laboratórios. A ideia é contribuir para um maior entendimento de como é que os modelos de aceitação tecnológica se encaixam, ou podem ser ajustados, a contextos com forte carga regulatória, onde a *compliance* e a qualidade contam tanto quanto o próprio sistema funcionar bem.

Para além disso, ao reunir o que se tem feito sobre implementações de LIMS, o estudo pode também servir de base para quem está a pensar avançar com a digitalização nos laboratórios. Não se trata só de teorias, interessa perceber o que, na prática, tem dado resultado.

2. REVISÃO LITERÁRIA

Este estudo organiza-se em seis eixos que se articulam entre si. No primeiro, analiso a adoção dos sistemas LIMS nos laboratórios de controlo de qualidade, identificando decisões estratégicas, restrições técnicas e motivações que explicam a sua introdução. Depois, concentro-me nos fatores humanos e organizacionais: liderança, cultura e competências das equipas, que condicionam a aceitação e o uso quotidiano do LIMS. O terceiro eixo aprofunda a integridade dos dados e a rastreabilidade, mostrando como o LIMS sustenta estes pilares essenciais à fiabilidade analítica. Segue-se um capítulo dedicado à conformidade com normas e boas práticas, imprescindível em ambientes altamente regulados. No quinto eixo avalio o impacto do sistema na eficiência operacional, quantificando ganhos de tempo e redução de erros. Por fim, sintetizo os desafios enfrentados e os fatores críticos de sucesso, apresentando soluções que podem orientar futuras implementações.

2.1 Adoção de LIMS: Fatores Tecnológicos, Humanos e Organizacionais

Adotar um sistema LIMS num laboratório é mais do que uma decisão puramente técnica; implica um processo que atravessa várias camadas, das perceções dos utilizadores à cultura organizacional, passando pelas características da própria ferramenta (Tomlinson et al., 2022). A extensa literatura sobre adoção de tecnologias fornece pistas relevantes para este contexto. No *Technology Acceptance Model* (TAM) destacam-se dois fatores de impulso constantes: a utilidade considerada, isto é, o grau em que o utilizador acredita que o sistema facilitará o seu trabalho, e a facilidade de utilização (Davis, 1989; Edo et al., 2023).

Num laboratório, a utilidade entendida manifesta-se, por exemplo, na capacidade do LIMS de acelerar o fluxo analítico e reduzir erros de transcrição; já a facilidade de utilização está ligada à facilidade de uso da interface e ao modo como o sistema se integra nas rotinas existentes. Um inquérito a 301 profissionais de saúde que combinou os modelos TAM e UTAUT mostrou que a utilidade observada exerce um forte impacto positivo na intenção de adotar tecnologias digitais, embora fatores como a ansiedade tecnológica possam atenuar esse efeito (Edo et al., 2023). O estudo, ainda que centrado no setor da saúde, realça a importância de articular o valor funcional da tecnologia com a

gestão dos receios e resistências dos utilizadores, um aspecto que é frequentemente negligenciado.

A *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) acrescenta outros elementos pertinentes, como a influência social, pressão demonstrada ou sugerida de colegas e da própria instituição, e as condições favoráveis, isto é, a disponibilidade de recursos técnicos e de apoio. Numa revisão sistemática, Rouidi et al. (2022) confirmam a robustez do TAM e da UTAUT para prever a aceitação de inovações; porém, salientam a escassez de estudos que integrem fatores contextuais, como as condições de trabalho ou as características próprias de cada área. No caso dos laboratórios, além dos tradicionais indicadores de utilidade e usabilidade, é indispensável considerar variáveis pragmáticas, mas decisivas: formação prévia, carga laboral, apoio da gestão e incentivos organizacionais (Edo et al., 2023; Rouidi et al., 2022).

Adotar um LIMS nunca é só apertar o botão “instalar”. O caminho passa por pessoas, rotinas e, claro, por uma boa dose de estratégia organizacional. A literatura sobre inovação tecnológica insiste no mesmo ponto: quem não gerir bem a mudança está a pedir resistência (Robinson et al., 2020). Nos laboratórios de controlo de qualidade, esse risco é ainda maior. Os procedimentos são auditáveis ao milímetro e muitos técnicos confiam no caderno e na caneta há décadas, é, portanto, compreensível que olhem para um novo software com desconfiança (Oakley et al., 2025).

Casos práticos mostram outro padrão recorrente: envolver os utilizadores desde o momento zero. Num laboratório de investigação molecular, por exemplo, a equipa concluiu que nenhuma solução comercial dava resposta completa a todas as suas necessidades. Decidiram programar um LIMS à medida, entrando em contacto com analistas, patologistas e programadores para *sprints* ágeis. Resultado? O sistema nasceu já desenhado para os seus fluxos de trabalho e a aceitação veio naturalmente (Tomlinson et al., 2022).

A lição é simples: é a ferramenta que se deve moldar ao laboratório, não o contrário. Para isso, comunicação clara e gestão de expectativas contam mais do que se pensa. Dizer, sem rodeios, que o sistema vai cortar erros de transcrição e automatizar relatórios ajuda, mas também é vital admitir o outro lado da moeda: vão ser precisas formações e algum tempo de adaptação (Oakley et al., 2025; Robinson et al., 2020).

Mostrar ganhos concretos à organização fecha o ciclo. Imagine laboratórios que colaboram entre si: um LIMS capaz de cruzar dados de vários sites poupa na quantidade

de emails trocados, converte formatos e torna as revisões de pares menos penosas e demoradas. Foi o que se viu num projeto que integrou ensaios de vacinas contra a COVID-19; a centralização de informação aumentou a qualidade dos dados e acelerou o trabalho conjunto (Yun et al., 2022). Quando os utilizadores sentem na pele benefícios tangíveis, por exemplo menos erros, mais rapidez, partilha facilitada, o software deixa de ser “o novo sistema” e passa a ser simplesmente “o sistema”. Caso contrário, corre o risco de virar mais um ícone esquecido no ecrã, enquanto o velho papel continua firme e forte.

No âmbito da difusão da inovação, apesar de ainda existirem poucos estudos especificamente dedicados aos LIMS, é possível observar padrões claros. A adoção, sobretudo em larga escala, raramente acontece de modo súbito; instala-se gradualmente, começando pelos laboratórios pioneiros que, ao demonstrarem resultados positivos, servem de referência e influenciam os restantes. Dois fatores aceleram essa partilha: a vantagem percebida do LIMS face aos métodos anteriores e a facilidade com que se integra em sistemas já existentes, desde instrumentos analíticos até plataformas de gestão da qualidade (Oakley et al., 2025).

Em resumo, a literatura converge num ponto: o êxito de um sistema laboratorial depende de um conjunto de variáveis inter-relacionadas. A tecnologia, por si só, não garante a aceitação; contam igualmente as perceções e competências dos utilizadores, bem como o compromisso institucional com a mudança. Formação contínua, suporte da liderança e envolvimento ativo dos profissionais revelam-se tão decisivos quanto as características técnicas do LIMS (Robinson et al., 2020; Tomlinson et al., 2022). Planeamento meticuloso e atenção a todos esses elementos são, por fim, a melhor solução contra falhas de adoção, assegurando que o sistema entrega os benefícios prometidos.

2.2 Integridade de Dados e Rastreabilidade em Laboratórios de Qualidade

A integridade de dados é a base de qualquer laboratório de controlo de qualidade, pois garante que a informação permanece exata, coerente e fiável do primeiro registo até ao arquivo definitivo (Charoo et al., 2023; Jaiswal et al., 2020). Em setores fortemente regulados, como o farmacêutico, esta exigência materializa-se no princípio ALCOA+, que estabelece que os dados devem ser atribuíveis, legíveis, contemporâneos, originais e exatos, além de completos, consistentes, duradouros e permanentemente disponíveis (Charoo et al., 2023). Qualquer falha neste ciclo, seja perda de informação, alteração não

autorizada ou registo incompleto, não compromete apenas um ensaio isolado: pode inviabilizar lotes inteiros de produto, iniciando ações regulatórias severas e, em última análise, colocando em risco a segurança do doente (Charoo et al., 2023; Oakley et al., 2025). As cartas de advertência da FDA entre 2017 e 2018 ilustram bem esta fragilidade, revelando que muitos departamentos de controlo e garantia de qualidade não investigaram adequadamente resultados fora de especificação, duplicaram ou falsificaram registos, recorreram a anotações retroativas e, por vezes, ignoraram procedimentos estabelecidos (Charoo et al., 2023).

Estas falhas surgem com frequência na rotina do dia a dia. Anotações manuais são suscetíveis de erros de transcrição; contas de utilizador partilhadas tornam difícil atribuir responsabilidades; sistemas eletrónicos antigos, sem registos de auditoria, permitem alterações sem rasto. É precisamente neste ponto que um LIMS bem configurado se torna decisivo. Ao automatizar a recolha de dados, exigir autenticação individual e criar *audit trails* invioláveis, o sistema bloqueia edições não autorizadas, obriga a justificações para qualquer alteração e conserva todas as versões dos resultados, em linha com as boas práticas de computação (Oakley et al., 2025). A adoção de LIMS em Timor-Leste, por exemplo, eliminou erros de transcrição e uniformizou relatórios, aumentando a fiabilidade e a acessibilidade da informação laboratorial; num cenário multi-site, a mesma tecnologia permitiu rastrear rapidamente amostras que falharam critérios de qualidade, reforçando a capacidade de resposta das equipas (Oakley et al., 2025; Yun et al., 2022).

Contudo, a tecnologia, por si só, não resolve o problema. A criação de políticas claras, o investimento em formação contínua e o incentivo de uma cultura organizacional focada na ética do registo são igualmente indispensáveis (Charoo et al., 2023; Robinson et al., 2020). A literatura converge, portanto, num ponto: a proteção da integridade e da rastreabilidade, complementaridade entre sistemas LIMS fiáveis e uma liderança organizacional estável. Quando essa combinação se verifica, cada passo fica documentado, cada resultado preservado e o laboratório aproxima-se não apenas da conformidade regulatória, mas de uma ciência verdadeiramente fiável (Charoo et al., 2023; Oakley et al., 2025).

2.3 Conformidade Regulatória (*Compliance*) e Normas de Qualidade

A conformidade regulatória molda, em grande medida, o quotidiano dos laboratórios de controlo de qualidade. No setor farmacêutico, as Good Manufacturing Practices (GMP) não se limitam a prescrever a execução técnica dos ensaios: estendem-se à forma como os dados são geridos e documentados, exigindo rastreabilidade, validação e verificação contínua de processos (Wingate, 2016). De igual modo, os laboratórios de ensaio e calibração que procuram acreditação submetem-se aos requisitos da ISO/IEC 17025, a qual impõe critérios de competência técnica, sistema de gestão da qualidade, controlo documental e validação metrológica de métodos e equipamentos (Ayub, Anwar & Shah, 2021). A noção de *compliance*, por conseguinte, abrange desde a adesão estrita a procedimentos escritos até à prontidão permanente para auditorias, passando pela salvaguarda da integridade dos resultados e pelo atendimento a especificações de produto (Robinson et al., 2020).

A adoção de um LIMS devidamente configurado e validado revela-se, neste contexto, um forte aliado da conformidade. No ambiente GMP, qualquer sistema informático que influencie a qualidade do produto deve ser validado segundo um ciclo rigoroso de especificação, verificação e evidênciação, documentado antes de entrar em operação de rotina (Wingate, 2016). Regulamentos como a FDA 21 CFR Part 11 e o Anexo 11 das GMP europeias especificam requisitos para sistemas eletrónicos, desde assinaturas digitais seguras até auditorias automáticas de alterações, políticas de ciber segurança, redundância e planos de contingência (Wingate, 2016). A literatura aconselha, ainda, que o LIMS seja tratado como “equipamento crítico” e qualificado por protocolos IQ/OQ/PQ (instalação, operação e desempenho) de forma a garantir que satisfaz tanto as exigências regulatórias quanto as necessidades dos utilizadores (Wingate, 2016).

Investigações observadas reforçam a utilidade destes sistemas. Um estudo quantitativo que avaliou a eficácia de um sistema de gestão laboratorial alinhado com a ISO/IEC 17025:2017 identificou lacunas específicas e orientou melhorias que conduziram à acreditação completa (Ayub et al., 2021). De forma mais abrangente, revisões recentes confirmam que laboratórios equipados de plataformas integradas alcançam maior sucesso na manutenção contínua da conformidade, sobretudo quando lidam com elevada rotatividade de pessoal ou recursos limitados (Robinson et al., 2020).

Sob GMP, a rastreabilidade e a documentação são imperativos inegociáveis. Cada ensaio necessita de um fio cronológico que ligue protocolo, execução e resultado final, mantendo todos os dados brutos intactos. Um LIMS, ao registrar dados automaticamente, elimina a dependência de registros em papel e reduz o risco de perda ou erro manual. Os relatórios gerados facilitam as revisões periódicas pela gestão da qualidade, satisfazendo, por exemplo, as exigências do Anexo 11 para registros detalhados e precisos de todas as atividades (Wingate, 2016). A própria ISO/IEC 17025:2017, na revisão de 2017, introduziu uma perspectiva baseada no risco e maior flexibilidade procedimental, mas manteve o rigor no controlo documental e na rastreabilidade, aspetos que se veem amplamente facilitados por um LIMS robusto (Putri et al., 2019).

O êxito, contudo, não depende apenas da tecnologia. Fatores críticos descritos por Robinson et al. (2020), como o conhecimento da liderança sobre sistemas de qualidade e o apoio administrativo, mostram que o LIMS deve ser incorporado às políticas globais de qualidade e utilizado ativamente pela gestão. Na mesma linha, a crescente regulação de terapias inovadoras, como a terapia fágica, reforça a importância de manter processos digitais devidamente validados para garantir a qualidade do produto final (Robinson et al., 2020).

Em resumo, a literatura converge num ponto: a conformidade plena, num cenário de regulamentação cada vez mais exigente, depende da integração de sistemas informáticos validados e robustos nos fluxos de trabalho laboratoriais. Quando um LIMS é implementado com rigor, ele torna-se elemento central do sistema de gestão da qualidade, assegurando documentação fiel, rastreabilidade metrológica e validação contínua. Esta convergência entre operação e *compliance* projeta o laboratório para a realidade 4.0, onde os requisitos regulatórios e a eficiência operacional coexistem numa plataforma totalmente digitalizada (Robinson et al., 2020; Wingate, 2016).

2.4 Eficiência Operacional e Benefícios da Implementação de LIMS

A adoção de um LIMS, para além de responder a exigências de qualidade e conformidade, procura elevar a eficiência operacional do laboratório. Sob uma perspectiva de gestão, o sistema deve reduzir o tempo consumido em tarefas administrativas, minimizar erros manuais e libertar os técnicos para atividades analíticas de maior valor acrescentado. A prova prática sustenta esses benefícios: em múltiplos relatos de implementação, um dos primeiros ganhos observados é a drástica redução dos erros humanos associados à

transcrição de dados e a cálculos, Oakley et al. (2025) documentam a eliminação quase total destes problemas, poupando o tempo que antes se perdia na sua deteção e correção.

Ao introduzir formulários eletrónicos padronizados e cálculos automáticos, o LIMS promove uma consistência que reduz retrabalho causado por resultados incorretos ou folhas de registo incompletas. Um indicador-chave de eficiência em laboratórios de controlo de qualidade é o *turnaround time* (TAT), isto é, o intervalo entre a receção da amostra e a libertação do resultado. Estudos recentes mostram que a automatização e a melhor coordenação dos fluxos de trabalho proporcionadas por um LIMS encurtam significativamente o TAT (Timóteo et al., 2021). Relatos técnicos referem reduções até 50 % no tempo de emissão dos relatórios finais, graças sobretudo à redução de tempos mortos entre etapas analíticas e ao agendamento automático de atividades (GOLIGHTHOUSE, 2022).

A eficiência operacional estende-se também à gestão de recursos. Módulos de inventário e de controlo de equipamentos, comuns nos LIMS atuais, evitam atrasos por falta de reagentes ou conflitos de utilização de aparelhos; alertas preventivos sobre níveis de stock ou calibrações em falta favorecem uma gestão proativa (Labware, 2023). Paralelamente, sistemas concebidos para suportar crescimento progressivo permitem absorver aumentos substanciais de carga de trabalho sem comprometer a qualidade nem exigir um aumento proporcional dos recursos humanos, traduzindo-se em produtividade diária superior, menor tempo gasto em digitação ou verificação e menos retrabalho (Tomlinson et al., 2022).

Apesar destes resultados, muitos laboratórios não realizam análises formais do retorno sobre benefícios após a implementação, lacuna apontada por Sepúlveda e Young (2013). Ainda assim, a convergência entre estudos quantitativos e qualitativos indica vantagens operacionais evidentes. A melhoria de eficiência reflete-se, por sua vez, na qualidade própria do trabalho: liberto de tarefas repetitivas, o pessoal pode dedicar-se à revisão crítica de resultados, à otimização de métodos e à investigação de desvios, atividades de elevado valor científico (Sepúlveda & Young, 2013). E, após o período de aprendizagem inicial, a satisfação dos colaboradores aumenta, como revela o feedback amplamente positivo registado em Timor-Leste, apesar de condicionantes como a velocidade da Internet ou a necessidade de formação contínua (Oakley et al., 2025).

É importante sublinhar, contudo, que tais ganhos dependem de um desenho prévio dos processos capaz de eliminar restrições já identificadas; informatizar um fluxo

ineficiente apenas digitaliza o problema. Personalizar a interface segundo as necessidades do utilizador e proceder a ajustes periódicos com base no feedback da equipa assegura que o LIMS evolui ao ritmo das operações (Timóteo et al., 2021).

Assim, a literatura recente confirma que um LIMS implementado segundo boas práticas melhora substancialmente a eficiência operacional dos laboratórios de controlo de qualidade, justificando o investimento sob o duplo ponto de vista económico e qualitativo. Esses ganhos complementam os benefícios já reconhecidos em termos de integridade de dados e conformidade regulatória, consolidando o papel central dos LIMS na modernização do ambiente laboratorial.

2.5 Desafios de Implementação e Fatores Críticos de Sucesso

Apesar dos benefícios demonstrados, a implementação de um LIMS permanece um processo complexo, sujeito a múltiplos obstáculos. A literatura converge em identificar desafios recorrentes, desde os elevados custos iniciais e a inadequação da infraestrutura tecnológica até à resistência dos utilizadores, à dificuldade de customização e à necessidade de suporte contínuo. Em contextos de recursos limitados, como sucede em vários países em desenvolvimento, os constrangimentos de conectividade ou de financiamento tornam-se particularmente críticos, podendo comprometer a sustentabilidade do sistema (Oakley et al., 2025). Mesmo em projetos bem-sucedidos, como o relatado em Timor-Leste, persistem problemas de conectividade e a exigência de financiamento estável para manutenção e apoio técnico, fatores que podem conduzir à subutilização do LIMS se não forem resolvidos atempadamente (Oakley et al., 2025).

Nos laboratórios de maior dimensão ou inseridos em redes multinacionais, surgem ainda desafios de integração: ligar o LIMS a sistemas corporativos, por exemplo ERPs e MÊS, ou a equipamentos analíticos implica esforços significativos de IT, nem sempre apoiados por soluções prontas dos fornecedores. A experiência descrita por Tomlinson et al. (2022) mostra que, quando nenhum software comercial satisfaz plenamente os requisitos, o desenvolvimento personalizado pode ser inevitável, embora exigente. Esta adequação funcional é, de resto, crítica: se o sistema não acompanhar os fluxos operacionais essenciais, os utilizadores recorrerão a soluções paralelas (“shadow systems”), minando o seu sucesso.

Diversos estudos apontam assim para um conjunto de fatores críticos de sucesso (CSFs). Robinson et al. (2020), numa análise de laboratórios em processo de acreditação

ISO, identificaram cinco pilares determinantes: (i) conhecimento da equipa sobre o sistema de qualidade; (ii) liderança tecnicamente competente e empenhada; (iii) motivação dos utilizadores para mudar processos; (iv) formação interna ou consultoria externa especializada; e (v) apoio da administração superior. Transpostos para a implementação de um LIMS, estes fatores significam formar a equipa não apenas na utilização da ferramenta, mas nos princípios de qualidade que a sustentam; envolver a chefia na adoção quotidiana do sistema; promover uma cultura de mudança através de iniciativas de gestão; recorrer a especialistas para acelerar a resolução de problemas; e assegurar recursos e prioridade estratégica através do apoio da gestão de topo.

O êxito depende ainda de planeamento meticuloso e de envolvimento de *stakeholders* desde o início. Oakley et al. (2025) sublinham que o sucesso em Timor-Leste se deveu à customização ajustada às necessidades locais e ao empenho contínuo das partes interessadas. A participação ativa de analistas e supervisores na definição de requisitos e nos testes piloto confere-lhes sentido de pertença e permite detetar falhas antes do “go-live”. A comunicação constante, apoiada em cronogramas claros, canais de feedback e helpdesk dedicado no arranque, evita frustrações e aumenta a adesão.

Outro ponto crítico reside na transição entre sistemas: a coexistência prolongada do regime em papel com o LIMS dilui os benefícios da informatização. Especialistas recomendam um plano de *cutover* com data definida para que o LIMS passe a ser a fonte oficial de dados, terminando definitivamente os formulários em papel (NEMC, 2024). Após ultrapassada a fase inicial, abrem-se oportunidades para ampliar o alcance do LIMS: integração com *business intelligence* para exploração de dados, ligação a dispositivos *IoT* para captura automática de parâmetros ambientais ou aplicação de inteligência artificial na validação de resultados (Yun et al., 2022).

Em resumo, a literatura recente demonstra que a adoção bem-sucedida de um LIMS requer equilíbrio entre tecnologia, pessoas e processos. Os benefícios, integridade de dados, conformidade e eficiência, concretizam-se apenas quando fatores como apoio da gestão, formação contínua, planeamento rigoroso e cultura de qualidade estão solidamente enraizados (Robinson et al., 2020; Oakley et al.).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, explico as opções metodológicas que sustentaram o desenvolvimento deste estudo. A abordagem escolhida foi qualitativa, com natureza exploratória e descritiva, por se ajustar à intenção de compreender como os profissionais de laboratório experienciam, justificam ou resistem à adoção de sistemas LIMS no seu contexto diário.

O percurso metodológico foi construído com base na ligação entre o problema inicial, os objetivos definidos e as perguntas orientadoras do estudo. Foi esse alinhamento que guiou a escolha dos participantes, a construção do guião de entrevista e a forma como os dados seriam tratados.

A opção por uma abordagem interpretativa deve-se ao facto de este estudo se centrar na experiência vivida, na forma como cada profissional interpreta a sua realidade. Sendo também uma investigação aplicada, pretende não apenas explorar o fenómeno, mas reunir contributos úteis e concretos que possam fazer sentido no dia a dia dos laboratórios.

As secções seguintes detalham os passos seguidos: quem participou, como foram seleccionados, como se recolheram os dados e de que forma foram analisados.

3.1 Tipo e Natureza da Investigação

Este é um estudo qualitativo, com um carácter claramente exploratório e descritivo. A escolha recaiu sobre esta abordagem porque o tema em análise, a adoção (ou não adoção) de sistemas LIMS, exige compreender não apenas o que acontece, mas como é vivido por quem está diretamente envolvido no contexto laboratorial.

Neste sentido, optou-se pelo paradigma interpretativo. Este posicionamento parte da ideia de que a realidade é construída com base na experiência e que o conhecimento se desenvolve a partir da observação do significado que as pessoas atribuem às situações concretas. O foco está, por isso, na perceção e na interpretação.

Acresce que esta investigação tem uma natureza aplicada: procura não só gerar conhecimento, mas também oferecer contributos práticos. A ideia é recolher informação que possa ser útil para quem trabalha no terreno, propondo soluções realistas para um problema que é sentido por muitos profissionais.

A entrevista semiestruturada, enquanto técnica de recolha de dados, alinha-se com esta lógica, pois permite ouvir as experiências de cada participante sem limitar o discurso a respostas fechadas ou predefinidas.

3.2 População e amostragem

Este estudo envolveu profissionais que desempenham funções em laboratórios de controlo de qualidade, abrangendo diferentes níveis de responsabilidade — desde técnicos laboratoriais até cargos de supervisão e direção. A intenção foi reunir uma diversidade de experiências que permitisse compreender, com mais profundidade, como é percecionada a adoção de sistemas LIMS no contexto prático.

Foram considerados dois grupos principais: por um lado, pessoas que já utilizam um sistema LIMS no seu local de trabalho; por outro, profissionais que, embora ainda não o utilizem, reconhecem a sua relevância ou perspetivam a sua implementação num futuro próximo. Esta divisão permitiu comparar diferentes realidades e perceber que fatores influenciam a adoção ou a resistência a essa mudança.

Assim, a escolha dos participantes foi feita com base numa amostragem não probabilística, de tipo intencional. Os critérios definidos foram:

1. Experiência profissional na área laboratorial;
2. Setor (Farmacêutico, alimentar ou ambiental);
3. Função desempenhada no local de trabalho atual;
4. Experiência em LIMS: utilizadores e não-utilizadores.

A prioridade foi, desde o início, recolher dados ricos e contextualizados, mais do que garantir representatividade estatística.

Não foi definido um número fixo de entrevistas. À medida que os dados eram recolhidos, foram sendo analisados de forma preliminar para avaliar se surgiam novos contributos. Quando se percebeu que as respostas começavam a repetir-se, ou seja, quando se atingiu a chamada saturação teórica, a recolha foi encerrada. No total, esse ponto foi alcançado entre as 12 e 14 entrevistas, como já antecipado com base em estudos semelhantes.

A seleção dos participantes foi feita através de redes profissionais e recomendações informais, privilegiando a diversidade de contextos organizacionais. Esta variedade contribuiu para uma análise mais completa e ajustada à realidade dos laboratórios que operam em diferentes estágios de digitalização.

3.3 Técnica e Instrumento de Recolha de Dados

Para recolher os dados, optou-se pela entrevista semiestruturada. Esta escolha deve-se ao facto de permitir explorar o tema com profundidade, mantendo, ao mesmo tempo, uma estrutura base que assegura comparabilidade entre entrevistas. A natureza qualitativa e interpretativa do estudo justifica plenamente esta opção.

O guião de entrevista foi construído com base nas perguntas de investigação, nos objetivos do estudo, e nos principais temas identificados durante a revisão da literatura. Foram especialmente considerados os fatores apontados pelos modelos teóricos TAM (Davis, 1989) e UTAUT (Venkatesh et al., 2003), abordados na revisão literária, que destacam elementos como a utilidade experimental, a facilidade de uso, a influência social e a ansiedade tecnológica como determinantes da adoção de novas tecnologias em contexto organizacional.

O seu desenho teve em conta dois perfis distintos: profissionais com experiência na utilização de LIMS e profissionais sem essa experiência. A estrutura do guião permitiu que cada grupo pudesse responder a partir da sua realidade, promovendo comparações úteis entre experiências e expectativas.

A tabela seguinte apresenta a correspondência entre as questões de investigação e exemplos de perguntas incluídas no guião:

Tabela 3.1 - Correspondência entre as questões de investigação e exemplos de perguntas no guião- Fonte: Dados da metodologia

Questões de Investigação	Exemplos de perguntas presentes no guião de entrevista
Q1. Quais são os principais obstáculos que têm dificultado a adoção de sistemas LIMS?	“Na sua experiência, que dificuldades ou resistências têm surgido quando se fala em informatizar a gestão laboratorial?”
Q2. Que benefícios e melhorias operacionais estão associados à implementação de um LIMS?	“Que melhorias identificou (ou esperaria identificar) com a adoção de um sistema LIMS?”

Q3. Em que medida diferem as percepções de profissionais com e sem experiência em LIMS?	“Nota diferenças entre quem já trabalhou com um LIMS e quem nunca teve contacto com esse tipo de sistema?”
Q4. Que estratégias ou boas práticas podem facilitar a adoção de sistemas LIMS?	“O que acha que poderia ser feito para tornar essa transição mais simples e eficaz?”

O guião inclui, além das perguntas principais, duas questões de resposta fechada. Estas permitem identificar de forma simples se o laboratório em causa utiliza atualmente um sistema LIMS e qual o grau de digitalização percebido pelo participante.

A estrutura do guião permite recolher dados ricos e contextualizados, respeitando o percurso de cada entrevistado. O guião completo encontra-se no anexo A.

3.4 Procedimentos de recolha de dados

Os participantes foram contactados individualmente, por email ou telefone, com uma explicação simples sobre o objetivo do estudo. Depois de aceitarem, foi agendada a entrevista, sempre respeitando a disponibilidade e o formato preferido por cada um, presencial ou online.

Antes de iniciar, foi pedido o termo de consentimento. Era importante que cada pessoa percebesse bem o que estava em causa: os objetivos do trabalho, a garantia de anonimato, e o facto de poderem sair a qualquer momento, sem justificação.

As entrevistas duraram, em média, cerca de meia hora. Procurou-se que decorressem num ambiente calmo e reservado, onde o participante se sentisse à vontade para falar. Todas foram gravadas com autorização e transcritas na íntegra, logo após a realização.

Ao longo da recolha, foi sendo feita uma análise preliminar dos dados. Isso ajudou a perceber, desde cedo, quando as respostas já começavam a repetir os mesmos temas, sinal claro de que a saturação teórica estava a ser atingida. Apesar de, nas entrevistas finais, terem surgido observações adicionais, como dificuldades com fornecedores ou desafios ao nível da gestão sénior, estas foram interpretadas como uma extensão de categorias previamente identificadas, sem impacto relevante na estrutura da análise. Assim, considerou-se que a saturação teórica foi atingida entre a 12^a e a 14^a entrevista, uma vez que os temas centrais se repetiam de forma clara e recorrente.

3.5 Técnicas de Análise de Dados

Com as entrevistas já transcritas, passou-se à fase da análise. Seguiu-se o método proposto por Braun e Clarke, conhecido como análise temática. O primeiro passo foi ler cada transcrição com atenção, sem pressa, apenas para perceber o tom geral. Só depois se começou a identificar temas relevantes.

A partir daí, os dados foram organizados em categorias. Algumas já tinham sido previstas com base na literatura; outras surgiram de forma espontânea, a partir do que os participantes diziam. Essa combinação entre categorias dedutivas e emergentes permitiu uma compreensão mais aprofundada dos testemunhos. Para apoiar esta fase, foi utilizado o software Orange Data Mining. Com ele, foi possível ver quais eram as palavras mais repetidas, identificar padrões de associação entre termos e criar representações visuais, como nuvens de palavras, que ajudaram a confirmar (ou rever) aquilo que já se tinha identificado manualmente.

Também se recorreram a ferramentas gráficas que ajudaram a sintetizar a informação: a análise de Pareto mostrou o que era mais referido, os diagramas de causa-efeito ajudaram a relacionar obstáculos com possíveis causas, e os mapas mentais serviram para organizar ideias-chave, desde os desafios até às sugestões e benefícios apontados.

No conjunto, esta abordagem permitiu cruzar diferentes formas de leitura dos dados, mantendo sempre o foco nas perguntas centrais do estudo.

3.6 Considerações éticas

O estudo respeita os princípios éticos aplicáveis à investigação com seres humanos. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo e o carácter voluntário da sua participação. O consentimento foi recolhido dado durante a realização de cada entrevista.

A confidencialidade dos dados será assegurada através da anonimização das transcrições e da omissão de qualquer referência que possa identificar os participantes ou as instituições envolvidas. Os dados recolhidos serão utilizados apenas para fins académicos e armazenados de forma segura durante o período necessário à sua análise.

O estudo cumpre o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) e demais normativos éticos e legais aplicáveis, assegurando um tratamento rigoroso e respeitador da informação partilhada pelos participantes.

4. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos a partir da análise das entrevistas realizadas. A informação foi estruturada em torno dos temas mais recorrentes nas respostas dos participantes, permitindo uma leitura focada nas áreas que mais preocupam ou interessam aos profissionais entrevistados. O capítulo inicia-se com a caracterização da amostra e a descrição da abordagem metodológica utilizada na análise dos dados. Seguidamente, são apresentados os temas centrais identificados, ilustrados com exemplos diretos das entrevistas, tabelas de frequência e representações visuais. Quando relevante, é feita a comparação entre os dois perfis de laboratório envolvidos no estudo: os que já utilizam um sistema LIMS e os que ainda não o implementaram.

4.1 Caracterização da Amostra

A seleção dos participantes baseou-se em critérios definidos para garantir a diversidade de experiências: setor de atuação, função no laboratório e contacto prévio ou não com sistemas LIMS. A amostra do estudo inclui 14 profissionais de laboratório, distribuídos de forma equitativa por dois grupos distintos. Sete dos participantes pertencem a laboratórios que já utilizam um sistema LIMS (Perfil I), enquanto os outros sete trabalham em contextos onde esse tipo de solução ainda não está em uso (Perfil II). Os participantes representam diferentes níveis hierárquicos, desde funções técnicas até cargos de direção, e operam em setores variados. De um modo geral, apresentam carreiras consolidadas, com mais de uma década de experiência, o que contribui para a consistência e profundidade das respostas recolhidas.

Logo no início das entrevistas, os participantes foram convidados a avaliar o grau de digitalização da gestão da informação nos seus laboratórios, numa escala de 1 (muito baixo) a 5 (muito elevado). Nenhum dos inquiridos atribuiu o valor máximo. No grupo com LIMS, a maioria indicou o nível 4, enquanto nos laboratórios sem LIMS o valor mais frequente foi 3. Estes resultados sugerem que, apesar dos avanços em curso, tanto num grupo como no outro há espaço para melhorias no que diz respeito à digitalização dos processos laboratoriais. A diversidade de experiências e perfis dos entrevistados permitiu contrastar diferentes realidades organizacionais e captar com maior precisão os fatores que influenciam a adoção (ou a ausência) de soluções LIMS.

4.2 Procedimentos de Análise de Dados

A análise das entrevistas assentou numa abordagem qualitativa, com base na análise temática proposta por Braun e Clarke (2006). Foi aplicada uma codificação mista, combinando categorias previamente definidas a partir da revisão da literatura com categorias derivadas dos dados, identificadas diretamente nas narrativas dos participantes. Esta estratégia permitiu captar tanto dimensões teóricas relevantes, como benefícios esperados, resistências, fatores humanos ou critérios de decisão, como aspetos inesperados que surgiram espontaneamente nas entrevistas. Os conteúdos foram organizados em sete temas principais, comuns aos dois grupos analisados:

1. Gestão atual da informação;
2. Benefícios e melhorias com LIMS;
3. Dificuldades e obstáculos na implementação;
4. Formação da equipa e aceitação;
5. Funcionalidades essenciais e integração de sistemas;
6. Fatores de decisão e custos;
7. Perspetivas futuras e recomendações.

Para enriquecer a análise, recorreu-se a técnicas de *text mining* com o apoio da ferramenta Orange. Este complemento permitiu observar padrões de frequência lexical, gerar representações visuais (nuvens de palavras, gráficos de barras) e construir uma matriz de coocorrência, com o objetivo de identificar ligações temáticas relevantes. Termos funcionais foram excluídos, para garantir que a análise se centrava nos conceitos mais significativos. Estes dados adicionais ajudaram a confirmar tendências, revelar associações não óbvias e reforçar a interpretação qualitativa realizada manualmente.

4.3 Gestão Atual da Informação nos Laboratórios

Observou-se desde logo uma diferença marcante entre os dois perfis de laboratório no que toca à forma como é gerida atualmente a informação e o fluxo de trabalho:

Laboratórios com LIMS (Perfil I): Nestes casos existe um ambiente parcialmente digitalizado, onde o LIMS é utilizado diariamente em diversas tarefas (registo de amostras, introdução de parâmetros de ensaio, inserção de resultados, emissão de relatórios, etc.). Como referiu um participante, “Utilizo (o LIMS) para análise de métodos

de ensaio, introdução de parâmetros, gestão de relatórios e extração de dados” (E5, LIMS). Em alguns laboratórios, o uso do LIMS estende-se também a áreas relacionadas, como a gestão de stocks de reagentes, ampliando a utilidade da plataforma para além das atividades estritamente analíticas. De um modo geral, a informação é centralizada num único sistema, tirando partido das funcionalidades integradas de gestão de dados. A Figura 4.1 ilustra os termos mais frequentes nos depoimentos deste grupo através de uma nuvem de palavras construída a partir das suas transcrições.

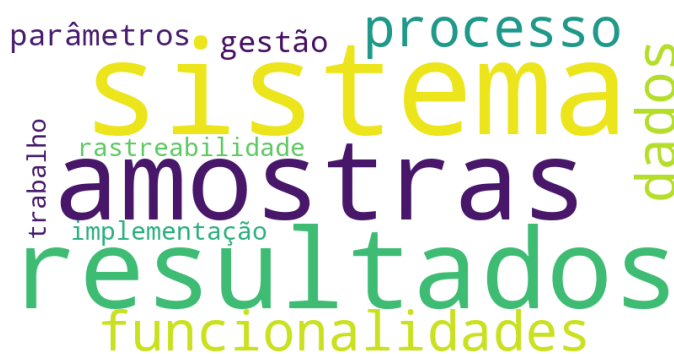


Figura 4.1 - Nuvem de palavras das entrevistas com laborat^orios com LIMS (Perfil I). Fonte: dados do estudo.

Laboratórios sem LIMS (Perfil II): Nos laboratórios que não dispõem de um LIMS, a gestão da informação apoia-se sobretudo em ferramentas genéricas (p.ex., folhas de cálculo) e procedimentos manuais. Todos os entrevistados deste perfil indicaram utilizar o Microsoft Excel como principal suporte digital para registo de dados, frequentemente complementado por suportes em papel em várias etapas do processo. Como explicou um profissional, “As amostras são rececionadas, numeradas manualmente e encaminhadas para análise... Os resultados são registados num Excel” (E3, NAOLIMS). Ou seja, não existe uma plataforma única e integrada: cada etapa (receção de amostras, registo de resultados, emissão de relatórios) é gerida isoladamente, muitas vezes com necessidade de duplicação de registos e outras intervenções manuais. Este modo fragmentado de trabalhar acarreta riscos de erro e perda de eficiência, segundo relataram vários participantes. Além disso, a inexistência de um LIMS implica a ausência de funcionalidades como rastreabilidade automática de processos ou consolidação imediata de dados – lacunas apontadas pelos próprios profissionais. A Figura 4.2 mostra a nuvem

de palavras para as entrevistas deste grupo, evidenciando termos proeminentes como “Excel”, “tempo” e “papel”, que refletem a dependência de meios não integrados.

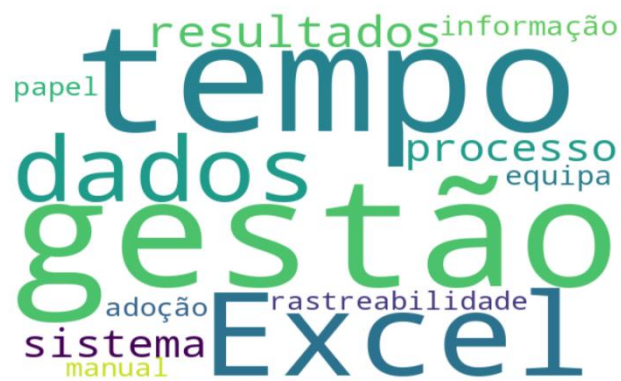


Figura 4.2 - Nuvem de palavras das entrevistas com laboratórios sem LIMS (Perfil II). Fonte: dados do estudo.

Nos laboratórios com LIMS a informação é gerida de forma mais centralizada e digital (ainda que com espaço para otimização), enquanto os laboratórios sem LIMS permanecem numa realidade de ferramentas dispersas e processos manuais. Este contraste contextualiza os potenciais benefícios trazidos pelo LIMS, bem como os desafios da sua implementação, conforme se analisar  nos subcapítulos seguintes.

4.4 Temas Principais da Análise Qualitativa

A análise temática identificou sete temas principais comuns aos dois grupos de entrevistados, recorrentes em praticamente todas as entrevistas de ambos os perfis (Figura 4.3).

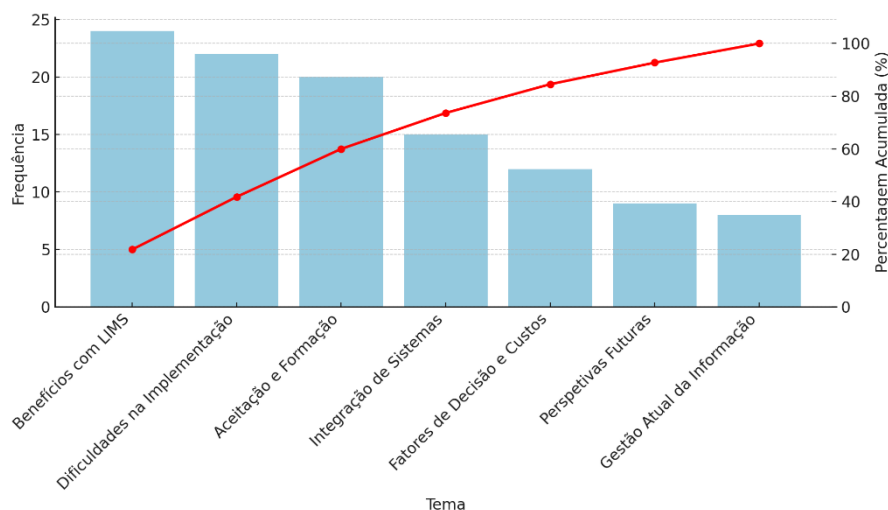


Figura 4.3 ó Gráfico de Pareto com a frequência dos temas identificados nas entrevistas e percentagem acumulada. Fonte: dados do estudo.

Analisou-se igualmente a coocorrência de temas nos discursos dos participantes. Dado que quase todos os entrevistados abordaram todos os temas em algum momento, a sobreposição temática foi muito elevada. A matriz de coocorrência (Figura 4.4), em linha com a lógica dos diagramas de causa-efeito, mostra que a maioria dos pares de temas surgiu em conjunto na quase totalidade das entrevistas. Por exemplo, *Benefícios* e *Obstáculos* foram discutidos pelos 14 entrevistados, o que indica que, ao abordarem aspetos positivos, os participantes também referem os principais obstáculos sentidos.

Resumindo, os dados mostram que os temas identificados estão fortemente interligados na perceção dos profissionais, reforçando a coerência interna dos testemunhos.

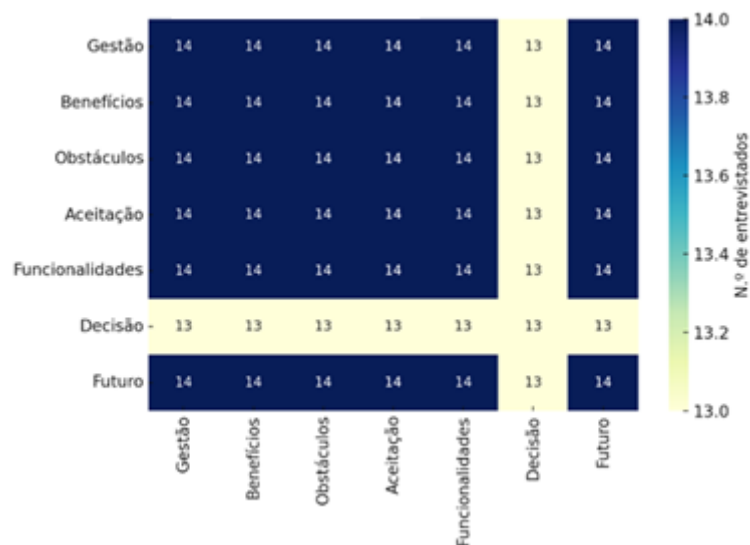


Figura 4.4 - Matriz de coocorrência de temas identificados nas entrevistas. Fonte: dados do estudo.

A análise de frequência de palavras revela um vocabulário em grande parte comum entre os dois grupos, ainda que com algumas variações na ênfase atribuída a certos termos (Figura 4.5). Palavras como “sistema”, “resultados” e “amostras” surgem com elevada frequência em ambos os perfis. No grupo LIMS, destacam-se ainda termos como “parâmetros” e “implementação”, associados à experiência prática de utilização do sistema. Por outro lado, o grupo sem LIMS evidencia maior frequência relativa em palavras como “processo”, “dados” e “gestão”, o que poderá refletir uma maior atenção à organização manual da informação.

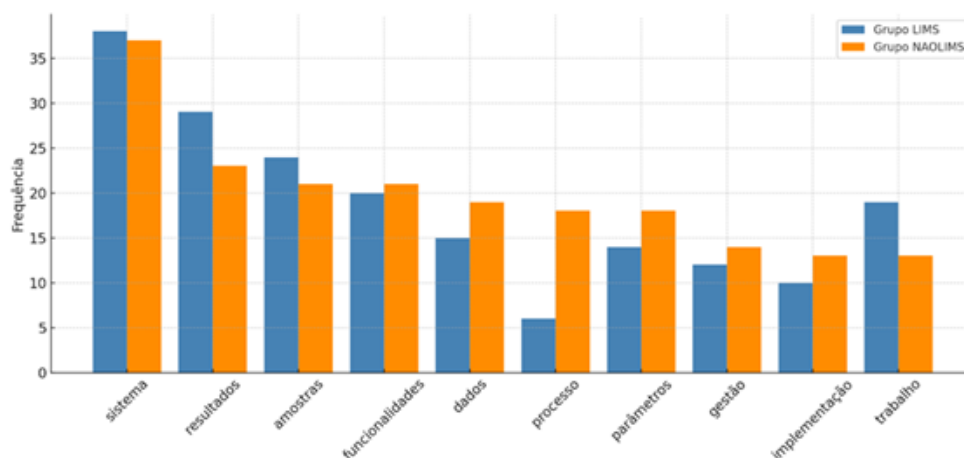


Figura 4.5 - Palavras mais frequentes mencionadas nas entrevistas, por grupo de participantes (LIMS vs. NAOLIMS). Fonte: dados do estudo.

Nos subcapítulos a seguir, discute-se em maior detalhe cada tema principal identificado, apresentando as perspectivas diferentes dos entrevistados dos laboratórios com e sem LIMS, ilustradas com citações representativas.

4.5 Benefícios e Melhorias Associados ao LIMS

Nos laboratórios com LIMS, foram observadas melhorias significativas após a introdução do sistema. Destaca-se a maior rastreabilidade e organização dos dados, reduzindo o risco de erro humano. Conforme resumiu um utilizador, “A rastreabilidade e o controlo de erros são muito superiores ao que seria possível com métodos manuais” (E1, LIMS). Verificaram-se também ganhos de eficiência e rapidez nas tarefas diárias, com redução do tempo despendido na inserção e processamento de resultados (graças à automatização de cálculos e geração de relatórios) e diminuição de erros de transcrição ao eliminar etapas manuais. Além disso, os participantes referiram uma melhor preparação para auditorias e cumprimento de requisitos normativos, pois o LIMS garante acesso rápido e organizado a toda a informação registada anteriormente e a registos de alterações e acessos, aumentando a confiança nos processos. Estes benefícios são exemplo práticos relacionados com os princípios ALCOA+.

Nos laboratórios sem LIMS, embora essas melhorias ainda não tenham sido vividas na prática, os profissionais demonstram plena consciência dos benefícios que a implementação de um sistema deste tipo poderá trazer. Todos acreditam que um LIMS traria vantagens significativas se fosse adotado. A melhoria mais citada é a maior rastreabilidade e organização da informação, com redução do uso de papel e mais facilidade na inserção e verificação de dados. Nas palavras de um profissional, “Permitiria maior rastreabilidade, menos uso de papel e mais facilidade na inserção e verificação de dados” (E8, NAOLIMS). Prevê-se também um acesso muito mais rápido ao histórico de resultados, atualmente dispersos em múltiplos ficheiros Excel, através de relatórios integrados obtidos automaticamente, o que pouparia tempo na procura de informação. Adicionalmente, vários entrevistados referiram a robustez e segurança dos dados como ganhos a alcançar: ter bases de dados consolidadas, com backups automáticos, evitaria preocupações atuais (por exemplo, risco de perder folhas Excel ou de lidar com versões desatualizadas de ficheiros). Um entrevistado salientou que, a longo prazo, um LIMS “compensa os custos devido aos benefícios operacionais e de gestão” (E4, NAOLIMS),

apontando também melhorias na produtividade global do laboratório e alinhamento com as boas práticas de cada setor.

Em síntese, os não-utilizadores de LIMS reconhecem vantagens muito semelhantes às relatadas pelos utilizadores: centralização da informação, maior rapidez, redução de erros e melhor qualidade dos dados. Reforçando a expectativa positiva em relação à adoção desta tecnologia.

4.6 Dificuldades e Obstáculos na Implementação

Foram igualmente discutidos nas entrevistas os obstáculos e dificuldades associados à implementação de um LIMS (ou, para quem ainda não o tem, as razões que até agora travaram a sua adoção). Incluem-se aqui tanto desafios de carácter técnico como barreiras de natureza organizacional e económica.

Entre os laboratórios que já implementaram LIMS, vários obstáculos iniciais foram relatados. Um dos mais citados foi a fase de configuração e parametrização do sistema, considerada trabalhosa e crítica. Em alguns casos, pela pressão em iniciar rapidamente o uso, a configuração inicial acabou por ser apressada e pouco pensada. Como referiu um participante, “a principal dificuldade foi na fase de parametrização inicial, feita de forma apressada e pouco pensada” (E5, LIMS). Também surgiram problemas técnicos, como a integração do LIMS com equipamentos e softwares existentes (por exemplo, ligar o LIMS a sistemas de aquisição de dados de instrumentos analíticos, o que em certos casos exigiu desenvolvimentos adicionais), bem como alguns *bugs* no arranque, embora resolvidos com apoio do fornecedor, esses problemas iniciais causaram atrasos e frustrações. Do ponto de vista dos utilizadores finais, alguns tiveram dificuldade em adaptarem-se aos novos fluxos de trabalho: mesmo após a formação, demoraram algum tempo até atingirem a mesma agilidade que tinham com os métodos anteriores, sendo necessário a existência de um período inicial de adaptação por parte dos utilizadores. Importa notar que nem todos os entrevistados relataram grandes problemas, em contextos onde o processo foi bem planeado, houve quem não tenha enfrentado dificuldades significativas, atribuindo isso à qualidade da formação e do suporte técnico.

Nos laboratórios sem LIMS, os entrevistados apontaram os fatores que têm impedido a adoção de um sistema até o momento, obstáculos percecionados *a priori*. O fator mais mencionado é o custo: praticamente todos referiram que o investimento necessário para adquirir, implementar e manter um LIMS é elevado, o que dificulta a aprovação por parte

dos gestores, sobretudo em organizações de menor dimensão ou recursos limitados. Como salientou uma entrevistada, “O principal obstáculo é o custo, uma vez que a empresa ainda é de pequena dimensão” (E4, NAOLIMS). Além do custo direto, citam a falta de tempo e de pessoal para dedicar a um projeto destes. Laboratórios já sobrecarregados teriam dificuldade em disponibilizar horas para a implementação, tornando-a uma prioridade frequentemente adiada. Outro entrave mencionado é a perceção de complexidade: alguns potenciais utilizadores receiam que a introdução de um LIMS cause perturbações ou confusão enquanto o sistema não estiver plenamente operacional. Relacionado com isso, antecipam-se resistências à mudança (fator humano), pois parte da equipa poderia resistir a abandonar métodos consolidados. Por fim, consideram também possíveis obstáculos técnicos, como a integração de um futuro LIMS com o software e os equipamentos já em uso no laboratório. Por exemplo, um entrevistado receia dificuldades em ligar o LIMS ao programa que gere os dados dos HPLC (High Performance Liquid Chromatography, em português, Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.) já instalado, receando incompatibilidades ou a necessidade de desenvolvimento adicional (E7, NAOLIMS). Em resumo, os não-utilizadores apontam principalmente impedimentos financeiros e organizacionais (custo elevado, prioridades concorrentes, receio da complexidade), mas reconhecem também desafios técnicos (integração com equipamentos e infraestrutura) a enfrentar numa eventual implementação.

Para melhor compreender as causas associadas às principais dificuldades na implementação de um sistema LIMS, foi construído um diagrama de causa-efeito (Ishikawa) com base nas entrevistas realizadas (figura 4.6). Este diagrama sintetiza as categorias emergentes e as suas inter-relações, tal como percecionadas pelos participantes, agrupando os obstáculos em áreas temáticas como recursos, resistência à mudança, integração tecnológica e formação.

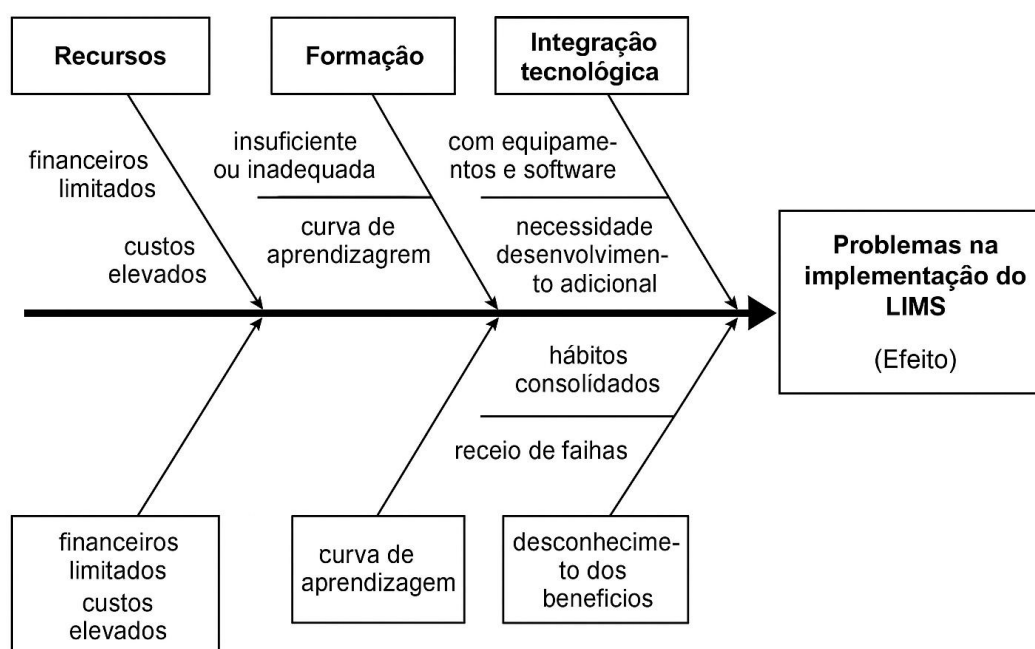


Figura 4.6- ó Diagrama de causa-efeito (Ishikawa) com os principais obst.,culos ,
implementaÇÃO de um sistema LIMS. Fonte: dados do estudo.

Verificou-se uma resistência inicial moderada, sobretudo entre profissionais com mais anos de experiência ou menor contacto com soluções digitais. Contudo, esta resistência mostrou-se temporária, sendo superada após ações de formação e demonstração dos benefícios práticos do sistema. Esta evolução sugere que a aceitação tende a crescer à medida que os colaboradores observaram as melhorias na usabilidade e nos resultados.

4.7 Formação da Equipa e Aceitação (Resistência à Mudança)

A introdução de um novo sistema de informação implica inevitavelmente alterações nos hábitos de trabalho, pelo que se investigou como decorreu (ou poderia decorrer) a adaptação das equipas ao LIMS, incluindo aspetos de formação, aprendizagem e eventuais resistências à mudança. Tanto os utilizadores atuais de LIMS como os não-utilizadores destacaram a importância destes fatores humanos para o sucesso de tal iniciativa.

Nos laboratórios com LIMS, houve uma clara preocupação em formar os técnicos e analistas para utilizarem o sistema. A maioria dos entrevistados reportou ter recebido formação inicial (ministrada pelo fornecedor do LIMS ou pela equipa interna de

qualidade). A duração e abrangência do treino variaram: nalguns casos foram ações breves e pontuais; noutros houve um período mais extenso de acompanhamento até todos se sentirem confortáveis. Em geral, a avaliação da formação foi positiva, um profissional relatou que em poucas semanas todos já trabalhavam fluentemente no LIMS (E10, LIMS). Ainda assim, nem sempre a transição foi totalmente tranquila. Em alguns laboratórios verificou-se resistência inicial por parte de colaboradores mais experientes, habituados aos métodos antigos. Um entrevistado admitiu: “Houve alguma resistência da equipa, incluindo da minha parte, devido ao conforto com o sistema anterior” (E5, LIMS). Este testemunho mostra que mesmo profissionais seniores, cientes dos benefícios, podem inicialmente sentir-se desconfortáveis ao abandonar ferramentas conhecidas (e.g., registos em papel). Felizmente, essa resistência tende a ser temporária: à medida que a equipa se familiarizou com o LIMS e percebeu as suas vantagens no dia a dia, a aceitação aumentou. Onde a gestão previu essa reação e trabalhou ativamente a mudança – por exemplo, envolvendo a equipa na seleção do sistema ou implementando o LIMS gradualmente por módulos, a adaptação foi descrita como mais suave. Alguns entrevistados destacaram inclusive a utilidade de haver “*champions*” internos, colegas que dominam rapidamente o sistema e apoiam os outros, criando um ambiente de ajuda mútua. Assim, após uma curva de aprendizagem inicial e algum receio natural face à mudança, as equipas acabaram por integrar o LIMS nos seus processos, sobretudo quando apoiadas por formação adequada e por uma liderança atenta durante a transição.

Nos laboratórios sem LIMS, embora ainda não tenham passado pela experiência, as projeções dos entrevistados revelam preocupações e expectativas semelhantes. Quase todos concordam que seria necessária formação prévia extensiva caso um LIMS venha a ser implementado. Muitos referem que a equipa precisaria de uma formação estruturada para assegurar que todos adquiram competências no novo sistema, minimizando erros durante a transição. Mais de metade antecipa alguma resistência inicial por parte dos colegas se um LIMS fosse introduzido. Como afirmou um profissional, “Inicialmente haverá resistência à mudança, mas acredito que, percebendo a simplicidade e vantagens da nova interface, a equipa acabaria por aceitar facilmente” (E9, sem LIMS). Ou seja, todos admitem um período inicial de relutância, força do hábito e possivelmente de insegurança quanto à tecnologia, mas confiam que, demonstrando na prática os benefícios e a facilidade de uso, a maioria acabaria por aderir. Vários entrevistados sem LIMS planeiam estratégias para facilitar a aceitação, por exemplo envolver os utilizadores-

chave na seleção e configuração do sistema (dando-lhes voz no processo) ou implementar gradualmente, começando com um projeto-piloto numa secção antes de expandir a solução a todo o laboratório. Também se mencionou que a mudança geracional pode ajudar profissionais mais jovens, habituados a ferramentas digitais, tenderiam a abraçar um LIMS com mais rapidez, podendo influenciar colegas mais renitentes. Em resumo, os não-utilizadores reconhecem que fatores humanos, especialmente formação adequado e gestão da mudança, serão fatores críticos para o sucesso de uma futura implementação. Encaram a resistência inicial, antes de receberem a devida formação, como um desafio a gerir, mas verificou-se que, ultrapassada essa fase, a equipa adapta-se bem ao novo sistema, dadas as vantagens que ele trás ao trabalho do dia a dia.

4.8 Funcionalidades Essenciais e Integração de Sistemas

Na adoção de LIMS, valorizou-se um conjunto de funcionalidades específicas consideradas particularmente úteis (no caso de quem já utiliza) ou prioritárias numa eventual escolha de sistema (no caso de quem ainda não tem). Aborda-se também aqui a integração do LIMS com outros sistemas e equipamentos, questão crucial para muitos entrevistados de ambos os grupos.

Entre os utilizadores de LIMS, as funcionalidades mais valorizadas variam conforme o tipo de laboratório e o LIMS em uso, mas alguns pontos comuns sobressaem. A capacidade considerada indispensável é a gestão integrada de amostras e resultados, o núcleo de qualquer LIMS. Poder acompanhar todo o ciclo de vida da amostra (do registo na receção até ao relatório final) num só sistema é visto como uma grande vantagem, trazendo não só rastreabilidade como comodidade na consulta de informação (por exemplo, localizar rapidamente o resultado de um ensaio anterior sem ter de consultar registos em papel ou múltiplos ficheiros). Outra funcionalidade muito apreciada é a geração automática de relatórios e/ou certificados. Antes do LIMS, perdia-se tempo a compilar resultados e formatar manualmente estes documentos. Com o sistema, os relatórios passam a ser gerados automaticamente, segundo um formato padronizado, com apenas um comando, poupando tempo e evitando erros. Uma terceira capacidade referida foi a possibilidade de configurar alertas e validações automáticas, por exemplo, o LIMS pode sinalizar se um resultado está fora de especificação ou impedir o avanço para a próxima etapa se certos campos obrigatórios não estiverem preenchidos, o que melhora o controlo de qualidade. Vários participantes destacaram ainda as ferramentas de extração

de dados e estatísticas que alguns LIMS oferecem (gráficos de tendência, cálculo automático de indicadores, etc.) como um complemento útil para análise interna.

Apesar destas vantagens, os utilizadores também identificaram algumas lacunas ou melhorias desejáveis nos seus sistemas. Foi frequentemente sugerido melhorar a interface e a usabilidade, embora funcional, o LIMS poderia ser mais intuitivo e rápido em certas operações do dia a dia. Houve também pedidos por módulos adicionais, como funcionalidades para gestão de stocks de reagentes, calendarização de calibração de equipamentos ou integração com sistemas de manutenção. Um profissional gostaria, por exemplo, de ter “um sistema de assinaturas digitais, com rastreabilidade de quem viu e aprovou cada resultado” (E10, LIMS), apontando a necessidade de reforçar a conformidade eletrónica (EudraLex Volume 4 – Annex 11 (UE)) no LIMS em uso. A integração com outros sistemas foi outro ponto muito referido: alguns laboratórios já ligaram o LIMS ao ERP (Enterprise Resource Planning, em português sistema de gestão integrado) da empresa ou a softwares especializados (p.ex., um laboratório ambiental integrou-o com um caderno eletrónico de campo). Sempre que essa integração não está completa, manifesta-se o desejo de concluí-la para eliminar etapas manuais restantes. Por exemplo, há quem pretenda ligar o LIMS diretamente aos equipamentos analíticos: HPLC, GC (Gas Chromatography, em português, Cromatografia Gasosa) para importação automática dos dados, em vez de ainda o fazer via ficheiros exportados ou introdução manual. Em resumo, os utilizadores de LIMS valorizam as funcionalidades centrais de gestão de amostras, resultados e relatórios, mas veem oportunidades de expandir o alcance do sistema e torná-lo mais conectado a infraestruturas tecnológicas do laboratório.

No caso dos laboratórios sem LIMS, os entrevistados foram questionados sobre que funcionalidades seriam prioritárias na escolha de um futuro sistema, o que consideraram indispensável num LIMS para justificar a sua adoção. As respostas indicam que estes profissionais já têm uma noção clara das suas exigências e capacidades do LIMS. Em primeiro lugar, quase todos dão importância a integração de dados e eliminação de redundâncias: o sistema ideal deve substituir as múltiplas folhas Excel e bases de dados dispersas por um único sistema, acessível a todos os intervenientes. Isso implica integrar informações de diferentes secções do laboratório (microbiologia, físico-química, etc.) e, se possível, comunicar diretamente com os equipamentos laboratoriais para importação automática de resultados, evitando introduções manuais. Vários mencionaram

explicitamente a necessidade de o LIMS *interfacear* com instrumentos e softwares já em uso (como o referido para HPLC), de forma a incorporar os dados dos equipamentos sem envolvimento adicional. Outra funcionalidade crucial citada foi a personalização e flexibilidade do sistema. Os entrevistados querem um LIMS que se adapte aos seus processos específicos, e não um produto rígido de modelo único. Nas palavras de um participante, “É essencial optar por soluções abertas e customizáveis” (E8, NAOLIMS), sublinhando que cada laboratório tem particularidades (tipos de ensaio, exigências de clientes, etc.) e o sistema deve permitir parametrizações nesse sentido (p.ex., criar campos adicionais, fórmulas personalizadas, fluxos de aprovação configuráveis). A facilidade de utilização surge igualmente como requisito crítico: o sistema deve ser intuitivo no quotidiano, caso contrário a adoção pelos utilizadores ficará comprometida. Além disso, os entrevistados deste grupo valorizam funcionalidades que melhorem o controlo e a segurança dos dados, por exemplo, registos de auditoria (registo de quem alterou o quê e quando), *backups* automáticos e controlo de versões de métodos, vistos como características fundamentais de um LIMS robusto. Houve também menções à obtenção de indicadores-chave de desempenho (KPIs do inglês Key Performance Indicators) do laboratório através do sistema, algo que atualmente é demorado quando feito manualmente. Em síntese, para estes potenciais futuros utilizadores, um LIMS ideal deve oferecer: integração total dos dados laboratoriais, adaptação aos fluxos de trabalho existentes, facilidade de utilização e ferramentas sólidas de gestão da informação (rastreadibilidade, segurança dos dados e relatórios automáticos). Esses critérios funcionais formariam a base da decisão sobre qual solução adotar (tema explorado a seguir).

4.9 Fatores de Decisão e Custos de Adoção do LIMS

A decisão de implementar um LIMS num laboratório envolve ponderar vários fatores estratégicos – entre os quais os custos, os benefícios esperados, a oferta disponível no mercado e o suporte técnico do fornecedor. Este tópico foi abordado tanto por quem já participou nesse tipo de decisão, como por quem apenas considera essa possibilidade no futuro. Do lado dos laboratórios que já possuem LIMS, nem todos os entrevistados participaram ativamente na seleção do sistema (nalguns casos foi uma decisão corporativa ou anterior à entrada do profissional). Ainda assim, recolheram-se informações sobre como foi feita a escolha e quais critérios pesaram. Em várias organizações, a seleção resultou de um processo formal (concurso ou análise comparativa) entre diferentes

soluções. Os participantes apontam que foram avaliados itens como: custo, funcionalidades oferecidas, flexibilidade/personalização, facilidade de integração, avaliação do fornecedor e suporte técnico. Isto mostra que, embora o preço seja importante, os gestores procuraram maximizar a relação custo-benefício, preferindo investir um pouco mais numa solução que cumprisse melhor os requisitos, em vez de optar pela mais barata e depois enfrentar lacunas. Em alguns casos, a compatibilidade com sistemas já existentes foi determinante: um laboratório integrado numa grande empresa escolheu um LIMS que se ligava facilmente ao ERP já em uso. Em setores altamente regulamentados (farmacêutico, laboratórios acreditados), a adoção do LIMS chegou a ser impulsionada pela necessidade de cumprir normas de integridade de dados e rastreabilidade (ISO/IEC 17025:2017, EudraLex Volume 4 – Annex 11 (UE), etc.), encarando-se o sistema menos como um “luxo” e mais como um passo necessário para assegurar *compliance*. Além do preço de aquisição de licenças, consideraram-se também os custos de manutenção e eventuais customizações. Por exemplo, houve quem optasse por um modelo *cloud* para reduzir gastos de infraestrutura e manutenção interna, ou que negociasse com o fornecedor um plano de suporte contínuo para atualizações e apoio pós-implementação. De modo geral, a decisão foi baseada em múltiplos critérios: equilibrando custo, funcionalidades, suporte e alinhamento às necessidades, e, em diversos casos, envolveu equipas multidisciplinares (IT, qualidade, gestão) na análise e seleção da solução.

Nos laboratórios que ainda não adotaram LIMS, os entrevistados refletiram sobre o que seria determinante para convencer a gestão a aprovar tal investimento, ou que fatores eles próprios considerariam numa decisão futura. Naturalmente, o custo volta a ter um grande peso: vários afirmam que, para avançar, seria preciso demonstrar claramente o retorno do investimento. Em geral, entendem que será necessário quantificar os benefícios (horas poupadas, redução de erros, rapidez nas entregas, melhoria na qualidade, etc.) de forma a justificar o investimento necessário. Destacam também a importância de escolher um sistema fiável e com bom suporte, pois um erro na escolha poderia trazer mais problemas do que soluções. Pretendem consultar referências de outros laboratórios e realizar demonstrações de diferentes sistemas antes de decidir. Assinalam que a solução deve ser adequada à dimensão e necessidades do seu laboratório. Não faria sentido, por exemplo, um pequeno laboratório adotar um produto excessivamente complexo e caro pensado para grandes empresas. Outro fator citado é a facilidade de

implementação: se a equipa interna tiver limitações, dar-se-á preferência a um fornecedor que ofereça um serviço completo de instalação e formação. Por fim, realçam que o apoio da gestão de topo é determinante, sem um *sponsor* ao nível diretivo, dificilmente o projeto avançará. Para ter esse apoio, sugerem alinhar a proposta de LIMS com os objetivos estratégicos da organização (p.ex., iniciativas de transformação digital, melhoria da qualidade e da rastreabilidade, preparação para auditorias externas). Os laboratórios ainda sem LIMS consideram, portanto, que a decisão passará por demonstrar valor (em eficiência e qualidade) face ao custo, escolher uma solução adequada e bem suportada, e garantir o compromisso da liderança com a mudança.

4.10 Perspetivas Futuras e Recomendações

Do lado dos utilizadores de LIMS, muitos revelaram que os seus laboratórios têm planos de expandir ou otimizar o uso do sistema. Nalguns casos, prevê-se adicionar novos módulos ou funcionalidades do LIMS que ainda não estão a ser plenamente utilizados. Por exemplo, vários participantes referiram a intenção de integrar cada vez mais o LIMS com outros sistemas da organização e com os equipamentos laboratoriais, a tendência de tornar o LIMS o ponto central de dados do laboratório, comunicando automaticamente com aparelhos e bases de dados externas. Alguns entrevistados mencionaram ainda a importância de formação contínua das equipas para uso avançado do LIMS, de modo a tirar maior partido das funcionalidades (conscientes de que por vezes existem ferramentas subutilizadas que poderiam trazer valor). Os participantes com LIMS estão convencidos de que manter e evoluir o sistema é fundamental para responder às crescentes exigências de qualidade e eficiência, e nenhum manifestou intenção de regressar a processos manuais.

Quanto às recomendações oferecidas a outros laboratórios (sobretudo aos que ainda não adotaram LIMS), os conselhos convergem em algumas boas práticas aprendidas com a experiência. Um conselho frequente é envolver a equipa na implementação desde o início. Sugerem que, ao iniciar um projeto LIMS, se ouça os técnicos e analistas sobre as necessidades do dia a dia e até se inclua alguns deles na seleção do software, para garantir que a solução escolhida se adequa aos processos e para promover a aceitação por parte da equipa. Outro ponto fortemente destacado é planejar bem a implementação, definir claramente os requisitos, testar exaustivamente antes de entrar em produção e não subestimar o esforço de parametrização inicial. Um profissional alertou que definir tudo

muito bem logo no início é crucial, pois decisões tomadas de forma apressada na configuração podem gerar problemas difíceis de corrigir depois (E2, LIMS). Recomenda-se também assegurar um bom apoio do fornecedor durante a implementação. Por fim, aconselha-se adaptar o sistema ao laboratório, e não o laboratório ao sistema. Nas palavras de um entrevistado, “o LIMS deve adaptar-se ao laboratório, e não o contrário” (E5, LIMS). Ou seja, não se devem forçar os processos laboratoriais a encaixar num modelo rígido do software; idealmente escolhe-se um LIMS flexível ou personaliza-se o necessário para que o fluxo de trabalho natural do laboratório seja respeitado – assim os ganhos serão maiores e a frustração dos utilizadores menor.

Do lado dos laboratórios sem LIMS, as perspectivas variam: alguns planeiam implementar um LIMS num futuro próximo (impulsionados pelo aumento de trabalho ou por exigências de clientes/auditorias), enquanto outros não antecipam essa mudança em breve devido a restrições atuais. Ainda assim, mesmo estes reconhecem que mais cedo ou mais tarde será inevitável adotar um LIMS, para não ficarem atrás no mercado.

Em termos de recomendações para uma futura implementação, os não-utilizadores – baseando-se no que imaginam ou ouviram – sublinharam pontos semelhantes aos conselhos dos utilizadores experientes. Destacam a necessidade de apoio especializado na fase de implementação, considerando essencial ter alguém experiente em projetos LIMS para orientar o processo (E11, NAOLIMS). Ou seja, quando chegar a vez deles, não pretendem enfrentar o processo sozinhos – idealmente contarão com consultoria ou com a contratação de alguém que já tenha lidado com LIMS, para evitar erros de principiante. Sublinhou-se também a importância de escolher bem o fornecedor (pesquisar referências, casos de sucesso) e de assegurar formação completa da equipa. Por último, quase todos os participantes reforçaram a ideia de que a implementação exige planeamento cuidado e paciência ao longo do processo: sabem que a mudança será trabalhosa no início, mas encorajam a não desistir perante as primeiras dificuldades. Como concluiu um dos profissionais, “a modernização vale a pena, mas exige dedicação; é importante ter a administração alinhada e todos conscientes de que os benefícios vêm, mas não da noite para o dia” (E4, sem LIMS). Em resumo, estes profissionais olham para o futuro com uma mistura de otimismo e cautela, reconhecendo que, quando decidirem avançar, deverão fazê-lo de forma estruturada, contando com apoio adequado e aprendendo com as lições de quem já implementou.

Para facilitar a visualização das principais ideias emergentes das entrevistas, incluindo desafios, sugestões de melhoria e benefícios esperados, construiu-se um mapa mental de síntese (figura 4.7). Este permite identificar rapidamente os eixos críticos relacionados com a adoção de sistemas LIMS em laboratórios de controlo de qualidade.



Figura 4.7 - Mapa mental com os principais desafios, benefícios, sugestões e perspetivas futuras associados , adoção de LIMS. Fonte: dados do estudo.

5. DISCUSSÃO

Com base nos resultados apresentados no capítulo anterior, este capítulo propõe uma leitura crítica dos resultados, relacionando-os com a literatura existente e estruturando a análise em torno dos principais temas identificados.

Benefícios da implementação de LIMS: Os resultados deste estudo confirmam que a adoção de um LIMS traz melhorias substanciais no desempenho dos laboratórios de controlo de qualidade. Tanto os profissionais já utilizadores como os não-utilizadores reconheceram vantagens claras, o que se traduz num elevado grau de entendimento em torno do valor do sistema.

Estas evidências alinham-se com a literatura recente, que tem documentado benefícios semelhantes, como a diminuição significativa do tempo na emissão de resultados e o reforço da integridade dos dados. Do ponto de vista teórico, verifica-se que estes benefícios correspondem a um maior reconhecimento da utilidade prática do sistema, conceito central no modelo TAM (Technology Acceptance Model) de Davis (1989). De facto, o reconhecimento da utilidade provou ser um forte impulsionador da aceitação tecnológica em estudos prévios, Edo et al. (2023) verificaram que ganhos esperados de desempenho têm impacto positivo na intenção de adotar novas ferramentas digitais.

Os resultados aqui mostrados reforçam essa ideia no contexto laboratorial: ao perceberem as grandes vantagens práticas, os utilizadores tendem a aceitar e a valorizar o LIMS. É importante realçar que mesmo os profissionais sem experiência em LIMS antecipam essas vantagens, o que sugere uma abertura generalizada à adoção de tecnologia. Isto pode dever-se à crescente consciencialização a nível organizacional sobre a necessidade de transformação digital e *compliance*.

Para além disso, o reconhecimento das características associados ao LIMS confirma o papel da vantagem relativa na teoria da difusão da inovação de Rogers (2003), na medida em que os participantes percecionam ganhos evidentes face aos métodos manuais. Esta perceção positiva, mesmo em laboratórios ainda não digitalizados, é coerente com o conceito de “pré-adoção favorável”, frequentemente observado em organizações em transição.

Em resumo, os benefícios identificados não só confirmam pressupostos teóricos dos modelos de aceitação tecnológica, como também revelam que a decisão de adoção pode ser sustentada mesmo antes do contacto direto com o sistema, desde que os ganhos percebidos sejam claros e contextualizados.

Os resultados apontam para benefícios claros na forma como os dados laboratoriais são geridos após a introdução de um sistema LIMS. Embora esta investigação não tenha recolhido métricas quantitativas, os relatos dos participantes indicam melhorias em áreas críticas como rastreabilidade, organização da informação e segurança dos registos. Estes aspetos estão em linha com os princípios ALCOA+, frequentemente exigidos por normas como as GMP e a ISO/IEC 17025, sugerindo que o LIMS pode contribuir, na prática, para o reforço da conformidade e da fiabilidade dos processos (Charoo et al., 2023).

Obstáculos e dificuldades na adoção: Surgiram diversos obstáculos técnicos, organizacionais e humanos à implementação de LIMS. A fase inicial de parametrização destacou-se como crítica, sobretudo quando conduzida de forma apressada, o que obrigou a reformulações posteriores. Estes casos ilustram bem o que Robinson et al. (2020) referem sobre os riscos de uma má gestão da mudança, que pode comprometer a eficácia do sistema logo desde o início.

Também os problemas de integração tecnológica, com equipamentos e softwares existentes, são consistentes com o que a literatura descreve como fator crítico. Estudos como o de Rasmussen et al. (2007) sublinham a importância de um suporte técnico robusto no início da implementação, sobretudo em laboratórios com infraestruturas heterogéneas.

Entre os laboratórios que ainda não adotaram um LIMS, o custo elevado foi apontado como principal entrave, seguido da falta de tempo e de pessoal para dedicar à implementação. Estes fatores, ainda que externos aos modelos TAM e UTAUT, são amplamente reconhecidos em contextos de menor capacidade financeira, como demonstram Oakley et al. (2025) e Oluwole et al. (2022). Estas barreiras ajudam a explicar porque é que, mesmo perante benefícios esperados, a decisão de avançar pode ser adiada.

A resistência à mudança, particularmente entre profissionais habituados a métodos tradicionais, foi referida como um risco previsível. Este aspeto está alinhado com a teoria da difusão da inovação de Rogers (2003), que reconhece a força dos hábitos enraizados

como um travão à adoção inicial, sobretudo quando a vantagem da inovação ainda não é tangível no quotidiano.

Em termos práticos, torna-se claro que o sucesso da implementação não depende apenas da qualidade do sistema, mas também da capacidade da organização para planear cuidadosamente o processo, garantir recursos adequados e gerir ativamente as barreiras humanas e técnicas. Tal como defendem Taggar (2011) e Oakley et al. (2025), o equilíbrio entre estratégia, apoio especializado e envolvimento da equipa é essencial para garantir uma transição eficaz.

Aceitação dos utilizadores e gestão da mudança: Os fatores humanos revelaram-se centrais tanto no sucesso das implementações como na preparação para futuras adoções. A formação adequada foi referida como decisiva para a adaptação da equipa, especialmente quando combinada com estratégias de gestão da mudança que incluíram o envolvimento direto dos utilizadores e a introdução faseada do sistema.

Esta abordagem confirma a importância das “condições facilitadoras” no modelo UTAUT (Venkatesh et al., 2003), que incluem recursos, apoio organizacional e formação como elementos promotores da aceitação. Quando estas condições estão presentes, a transição tende a ser mais fluida.

A resistência inicial, ainda que presente em alguns casos, mostrou-se geralmente temporária, desaparecendo à medida que os profissionais reconheciam os benefícios do sistema. Esta evolução está em linha com os pressupostos do TAM (Davis, 1989), onde a facilidade de uso e a experiência prática positiva aumentam progressivamente a aceitação.

A resistência associada ao uso de novas tecnologias, mais frequente entre profissionais seniores, foi outro ponto identificado, sustentando as conclusões de Edo et al. (2023), que demonstram que esta variável pode atenuar a intenção de uso, sobretudo na fase inicial. No entanto, quando o processo de mudança é acompanhado por profissionais especializados internos e estratégias de apoio entre pares, o desconforto tende a dissipar-se.

Nos contextos sem LIMS, apesar da ausência de experiência direta, os profissionais demonstraram consciência da importância da formação e anteciparam a necessidade de um plano estruturado de transição. Esta perceção revela um alinhamento com boas

práticas de gestão da mudança e sugere um ambiente favorável à adoção, desde que os recursos e o acompanhamento estejam assegurados.

Em resumo, os dados confirmam que a aceitação do LIMS depende tanto da percepção da sua utilidade como da forma como a mudança é conduzida. Sem preparação, envolvimento e liderança ativa, mesmo um sistema tecnicamente sólido pode enfrentar resistências significativas.

Funcionalidades valorizadas e integrações necessárias: Os profissionais identificaram um conjunto de funcionalidades cruciais para a aceitação e valorização de um sistema LIMS. A gestão integrada de amostras e resultados, a geração automática de relatórios, os alertas de qualidade e as ferramentas de análise de dados foram referidas como elementos centrais para o bom desempenho do sistema. Estas características correspondem àquilo que Rogers (2003) descreve como vantagem relativa, uma melhoria clara face aos métodos manuais ou dispersos, que contribui para acelerar a adoção da inovação.

Os entrevistados destacaram também a importância da flexibilidade e personalização, defendendo que o LIMS se deve ajustar ao fluxo real de trabalho e não o contrário. Esta necessidade remete para o conceito de compatibilidade, igualmente presente na teoria da difusão da inovação, onde a aceitação é maior quando a tecnologia se enquadra nos hábitos e rotinas existentes.

Do ponto de vista do modelo TAM, a valorização da usabilidade e da facilidade de adaptação reforça o peso da facilidade de utilização percebida na aceitação do sistema (Davis, 1989). Mesmo entre profissionais sem experiência direta, ficou evidente que a simplicidade da interface e a adaptação às especificidades do laboratório são requisitos essenciais para considerar a adoção.

A integração com outros sistemas e equipamentos, como ERPs ou instrumentos analíticos, foi outro critério amplamente mencionado, tanto por utilizadores como por não-utilizadores. Esta expectativa reforça a importância do conceito de integração tecnológica como fator decisivo para a aceitação sustentada. Em contextos regulados, funcionalidades como registos de auditoria, backups automáticos e controlo de versões são também vistas como requisitos obrigatórios para garantir *compliance*, conforme apontado por Wingate (2016) e Charoo et al. (2023).

Em síntese, a aceitação de um LIMS não depende apenas da sua existência, mas da sua adequação às rotinas reais do laboratório, da sua capacidade de integração e da confiança que oferece em termos de segurança e conformidade. Um sistema que não responda a estas exigências, por mais avançado que seja, corre o risco de ser rejeitado ou subutilizado.

Fatores de decisão e considerações estratégicas: A decisão de implementar um LIMS nos laboratórios analisados mostrou-se fortemente condicionada por fatores estratégicos e não apenas técnicos. Entre os critérios mais valorizados estiveram o custo total (licenças, manutenção, suporte), a flexibilidade da solução, a facilidade de integração e a avaliação do fornecedor. Esta análise com base em diversos fatores está em sintonia com o conceito de "adequação à finalidade" proposto por Prasad & Bodhe (2012), ou seja, o sistema deve ser compatível com a realidade do laboratório, evitando tanto soluções demasiado complexas como ferramentas excessivamente básicas.

Em laboratórios sujeitos a exigências normativas elevadas (como GMP ou ISO/IEC 17025), a decisão de adoção foi também motivada por pressões externas, nomeadamente requisitos de *compliance* e integridade de dados. Este fator, apesar de não estar explicitamente previsto no TAM ou na UTAUT, representa um elemento determinante no contexto regulado, onde a adoção tecnológica não é apenas desejável, mas muitas vezes necessária para manter a conformidade.

Já os profissionais que ainda não utilizam LIMS destacaram a necessidade de justificar os benefícios com base em vantagens evidentes, como eficiência, redução de erros ou preparação para auditorias. Esta necessidade de quantificação remete para o desafio apontado por Timóteo et al. (2021): medir o impacto económico de sistemas de informação laboratoriais continua a ser complexo, mas cada vez mais essencial para fundamentar decisões.

Outros critérios mencionados, como a procura de referências, demonstrações práticas e o alinhamento do projeto com os objetivos estratégicos da organização, estão em linha com o princípio de “observabilidade” da teoria de Rogers (2003), segundo o qual a visibilidade dos benefícios em contextos semelhantes facilita a decisão de adoção. Além disso, o envolvimento da gestão de topo foi referido como condição indispensável para o sucesso do projeto, confirmando os dados de Oluwole et al. (2022) sobre a importância do envolvimento institucional na transformação digital em laboratórios.

Em resumo, a decisão de investir num LIMS vai muito além da avaliação técnica do sistema. Envolve uma análise estratégica sobre custo-benefício, alinhamento com objetivos de qualidade, capacidade de integração e contexto regulatório. Estes fatores, externos ao utilizador individual, complementam os modelos tradicionais de aceitação e mostram que a adoção bem-sucedida depende de uma visão organizacional abrangente.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados desta investigação permitem concluir que a adoção de sistemas de informação laboratoriais (LIMS) em laboratórios de controlo de qualidade proporciona benefícios significativos, embora envolva desafios importantes. Em particular, constatou-se que a utilização de um LIMS traz melhorias operacionais claras, tais como a centralização da informação, o aumento da rapidez no processamento de dados, a redução de erros humanos e a melhoria da qualidade dos dados produzidos. Estes benefícios foram reconhecidos não só pelos profissionais que já utilizam LIMS, mas até mesmo pelos que ainda não o implementaram, evidenciando uma perceção positiva generalizada quanto ao potencial da digitalização neste contexto. Em contrapartida, foram identificados obstáculos significativos à implementação: destacam-se o custo elevado de aquisição e manutenção do sistema, a falta de tempo e de pessoal para dedicar ao projeto, a perceção de complexidade no início e a resistência organizacional à mudança. Ainda assim, mesmo os entrevistados sem experiência prévia admitem que a introdução de um LIMS será inevitável a prazo para manter a competitividade e responder a exigências regulamentares. Observou-se também que os profissionais com experiência em LIMS estão convencidos dos benefícios (nenhum deles pondera regressar a processos manuais) e pretendem expandir o uso do sistema, por exemplo, integrando novos módulos e automatizando a ligação a equipamentos laboratoriais. Por sua vez, os profissionais sem LIMS manifestam maior cautela quanto ao momento de adoção, mas partilham do otimismo moderado relativamente às vantagens esperadas e reconhecem que, mais cedo ou mais tarde, terão de avançar com a digitalização para não ficarem atrás no mercado. Verificou-se também que, de forma transversal, os profissionais identificaram melhorias qualificáveis na rastreabilidade e na integridade dos dados, aspetos que, segundo a literatura, estão diretamente ligados aos princípios ALCOA+ e às exigências de conformidade em ambientes regulados (Charoo et al., 2023).

Em resumo, existe um consenso de que a modernização vale a pena, desde que seja bem planeada e apoiada, pois os benefícios superam os custos a longo prazo.

A nível académico, este trabalho contribui para a teoria e para os modelos de aceitação tecnológica aplicados a ambientes laboratoriais. Os resultados confirmam a aplicabilidade de modelos como o TAM e o UTAUT no contexto dos laboratórios de controlo de qualidade, demonstrando que fatores clássicos como o benefício percebido e

a facilidade de utilização influenciam positivamente a disposição dos profissionais para adotar um LIMS. Para além destes conceitos abordados no modelo previstos de Davis e Venkatesh, o estudo evidenciou a importância de fatores contextuais não explícitos nesses modelos, tais como o apoio da gestão de topo e a pressão por conformidade com exigências normativas e de clientes. Adicionalmente, verificou-se que o envolvimento prévio dos utilizadores-chave no processo de seleção e implementação pode reduzir resistências e facilitar a adaptação.

Deste modo, a investigação aprofundou a compreensão teórica da adoção de tecnologias de informação em laboratórios, preenchendo uma lacuna na literatura ao fornecer comprovação prática num setor pouco estudado e sugerindo extensões aos modelos tradicionais para integrar fatores do contexto organizacional específico.

No plano prático, esta dissertação oferece orientações concretas que podem apoiar gestores e profissionais de laboratórios na implementação bem-sucedida de um LIMS. Com base nas experiências recolhidas, foram delineadas boas práticas chave. Primeiro, recomenda-se envolver ativamente a equipa do laboratório desde as fases iniciais do projeto, ouvindo as necessidades do dia a dia e até incluindo representantes dos técnicos na seleção do software, de forma a garantir que a solução escolhida se adequa aos processos existentes. Em paralelo, destaca-se a necessidade de um planeamento rigoroso da implementação, com definição clara de requisitos, configuração e testes exaustivos antes de entrar em produção. Também é fundamental assegurar formação abrangente a todos os utilizadores, preparando-os para a mudança de práticas. Além disso, aconselha-se garantir apoio especializado durante a transição, seja através de um fornecedor com suporte dedicado, seja contratando consultores experientes em projetos LIMS, de modo a evitar erros comuns e resolver prontamente problemas técnicos. Importa ainda adaptar o sistema ao laboratório, e não o laboratório ao sistema: escolher ou personalizar o LIMS para que respeite o fluxo de trabalho natural da organização, em vez de forçar mudanças disruptivas nos procedimentos estabelecidos. Por fim, reforça-se que o compromisso da gestão e uma atitude perseverante de toda a equipa são cruciais, a chefia deve estar alinhada e apoiar ativamente o projeto, e os utilizadores precisam de paciência e persistência durante a fase de aprendizagem inicial, conscientes de que os ganhos surgirão, mas não da noite para o dia. Seguindo estas orientações práticas, os laboratórios aumentarão significativamente as probabilidades de uma adoção bem-sucedida e sustentável do LIMS, maximizando os benefícios operacionais e de qualidade.

Considerando o caráter qualitativo e exploratório deste estudo e o seu âmbito delimitado, sugerem-se diversas oportunidades para investigações futuras. Uma primeira recomendação é a realização de estudos quantitativos envolvendo um número maior de laboratórios, de modo a testar estatisticamente e generalizar os fatores críticos identificados nesta pesquisa. Estudos deste tipo poderiam validar as relações sugeridas pelos modelos TAM/UTAUT no contexto laboratorial e quantificar o impacto de fatores específicos (como o apoio da gestão ou a complexidade percebida) na intenção de adoção. Em segundo lugar, seria útil explorar contextos distintos: por exemplo, investigar a adoção de LIMS em outros setores de laboratório (como laboratórios clínicos, ou de investigação científica) ou em diferentes países. Isto permitiria comparar resultados e avaliar em que medida as diferenças organizacionais ou culturais podem influenciar os desafios e sucessos na implementação de LIMS. Por último, sugere-se o desenvolvimento de estudos longitudinais que acompanhem implementações de LIMS ao longo do tempo. Através de um seguimento pós-implementação, poderia avaliar-se o impacto sustentado destas plataformas no desempenho dos laboratórios (em termos de eficiência, qualidade e conformidade) e analisar como evoluem as percepções e práticas dos utilizadores após a adoção inicial. Estas linhas de investigação futura, fundamentadas nas conclusões do presente trabalho, contribuirão para aprofundar o conhecimento sobre a transformação digital em laboratórios de qualidade e aperfeiçoar as estratégias de implementação de sistemas de informação neste domínio.

7. LIMITAÇÕES

Limitações da amostra

A amostra deste estudo apresenta limitações em termos de dimensão, diversidade e representatividade. O número de participantes entrevistados foi reduzido, o que, embora aceite numa investigação qualitativa, limita a abrangência das conclusões. Os participantes foram selecionados com base em disponibilidade e proximidade, concentrando-se numa região geográfica específica e num conjunto restrito de organizações. Esta limitação pode reduzir a diversidade de perspetivas representadas e fazer com que os resultados reflitam sobretudo a realidade de um subconjunto específico do universo dos laboratórios.

Limitações metodológicas

Sendo uma investigação de natureza qualitativa, baseada em entrevistas semiestruturadas, é inevitável um certo grau de subjetividade, tanto nas respostas dos participantes como na interpretação dos dados por parte da investigadora. A flexibilidade do guião permitiu explorar livremente os temas, mas dificultou a uniformidade entre entrevistas, o que limitou a comparabilidade direta entre respostas. Apesar de terem sido adotadas medidas para garantir o rigor da análise, como a saturação teórica, o facto de a codificação ter sido conduzida por uma única investigadora, sem validação externa, constitui uma limitação metodológica comum em estudos individuais, que deve ser considerada na leitura dos resultados. Do mesmo modo, a validade externa é naturalmente limitada, uma vez que o objetivo do estudo não é a generalização dos dados, mas sim a compreensão aprofundada de um contexto específico.

Acesso à informação

Nem todas as organizações ou perfis desejados estiveram acessíveis para participação. O estudo dependeu da disponibilidade e disposição dos entrevistados, o que condicionou a profundidade e diversidade das respostas. Em alguns casos, certas informações foram omitidas ou abordadas de forma superficial, por motivos de confidencialidade, limitação de tempo ou falta de conhecimento específico por parte do participante. Estes fatores podem ter deixado lacunas em áreas importantes para a análise.

Generalização dos resultados

Dado o desenho exploratório, o número limitado de participantes e a seleção não aleatória da amostra, os resultados não são generalizáveis ao universo dos laboratórios. Os dados obtidos representam experiências situadas num contexto organizacional e temporal específico. A intenção foi aprofundar a compreensão de um fenómeno concreto, e não produzir conclusões universalmente aplicáveis. Assim, as inferências retiradas devem ser interpretadas com cautela e no âmbito do contexto estudado.

Contexto organizacional e tecnológico

Os resultados estão condicionados pelas características específicas das organizações analisadas, nomeadamente o grau de maturidade digital, os recursos disponíveis e a cultura organizacional. As experiências descritas podem não refletir a realidade de laboratórios com condições muito distintas, por exemplo, com menor infraestrutura tecnológica, resistência à mudança ou ausência de apoio da gestão. Estes fatores limitam a aplicabilidade dos resultados a outros contextos que não partilhem características semelhantes.

Outras limitações no contexto académico

O trabalho foi desenvolvido no âmbito de um projeto académico com recursos e tempo limitados, o que condicionou a extensão da investigação. A análise de dados foi realizada por uma única investigadora, sem triangulação metodológica nem revisão por pares. Além disso, a investigação concentrou-se apenas em determinadas dimensões do fenómeno, não incluindo, por exemplo, a comparação entre indicadores de desempenho antes e depois da implementação do LIMS. Essas escolhas metodológicas, embora adequadas ao objetivo do estudo, deixam outras áreas por explorar.

8. BIBLIOGRAFIA

- Achuthan, K., Nedungadi, P., Kolil, V., Diwakar, S., & Raman, R. (2020). Innovation adoption and diffusion of virtual laboratories.
- Aldahwan, N., & Alsaeed, N. (2020). Use of artificial intelligent in learning management system (LMS): a systematic literature review. *International Journal of Computer Applications*, 175(13), 16–26.
- Alyami, A. A., Alaqil, N. M., Alsulayyim, A. S. M., Salem, F. J. M., Al Mushref, S. A. N., Musharraf, S. A. N. A., & Balharith, A. S. (2024). Comprehensive review of laboratory automation, quality control, and workforce adaptation. *Journal of Ecohumanism*, 3(8), 5548–5557.
- Ammenwerth, E. (2019). Technology acceptance models in health informatics: TAM and UTAUT. In *Applied Interdisciplinary Theory in Health Informatics* (pp. 64–71). IOS Press.
- Astrix Technology. (2019). 2019 LIMS Market Research Survey Report – Astrix Technology Report.
- Ayub, Y., Anwar, Z., & Shah, Z. A. (2021). ISO/IEC 17025:2017 lab management system effectiveness verification by using quantitative approach. *Gas*, 20(V20), 4.
- Bordalo, R., Bottaini, C., & Candeias, A. (2020). A framework design for information management in heritage science laboratories. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 14(1), 1–14.
- Brander, S. M., Renick, V. C., Foley, M. M., Steele, C., Woo, M., Lusher, A., ... & Rochman, C. M. (2020). Sampling and quality assurance and quality control: A guide for scientists investigating the occurrence of microplastics across matrices. *Applied Spectroscopy*, 74(9), 1099–1125.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Breetaudeau, L., Tremblais, K., Aubrit, F., Meichenin, M., & Arnaud, I. (2020). Good manufacturing practice (GMP) compliance for phage therapy medicinal products. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1161.
- Carey, R. B. (2018). What is a quality management system, and why should a microbiologist adopt one? *Clinical Microbiology Newsletter*, 40(22), 183–189.

- Charoo, N. A., Khan, M. A., & Rahman, Z. (2023). Data integrity issues in pharmaceutical industry: common observations, challenges and mitigations strategies. *International Journal of Pharmaceutics*, 631, 122503.
- Coito, T., Martins, M. S., Firme, B., Figueiredo, J., Vieira, S. M., & Sousa, J. M. (2022). Assessing the impact of automation in pharmaceutical quality control labs using a digital twin. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 270–285.
- Craig, T., Holland, R., D'Amore, R., Johnson, J. R., McCue, H. V., & West, A. (2017). Leaf LIMS: A flexible laboratory information management system with a synthetic biology focus. *ACS Synthetic Biology*, 6, 2273–2280.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Don-Wauchope, A. C., Rodriguez-Capote, K., Assaad, R. S., Bhargava, S., & Zemlin, A. E. (2024). A guide to conducting systematic reviews of clinical laboratory tests. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 62(2), 218–233.
- Duggineni, S. (2023). Data integrity and risk. *Open Journal of Optimization*, 12(2), 25–33.
- Edayan, J. M., Gallemmit, A. J., Sacala, N. E., Palmer, X. L., Potter, L., Rarugal, J., & Velasco, L. C. (2024). Integration technologies in laboratory information systems: A systematic review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 38, 101566.
- Edo, O. C., Ang, D., Etu, E. E., Tenebe, I., Edo, S., & Diekola, O. A. (2023). Why do healthcare workers adopt digital health technologies: A cross-sectional study integrating the TAM and UTAUT model in a developing economy. *International Journal of Information Management Data Insights*, 3(2), 100186.
- Golighthouse Technologies. (2022). LIMS implementation case study: Improving laboratory turnaround time and data accuracy.
- Grand, A., Geda, E., Mignone, A., Bertotti, A., & Fiori, A. (2019). One tool to find them all: A case of data integration and querying in a distributed LIMS platform. *Database*, 2019, baz004.
- Han, Y., Makarova, E., Ringel, M., & Telpis, V. (2019). Digitization, automation, and online testing: The future of pharma quality control. *McKinsey & Company Report*.
- Heinen, S., Schulze, N., Franke, B., Klein, F., Lehmann, C., Vehreschild, M. J., ... & Vehreschild, J. J. (2020). HEnRY: a DZIF LIMS tool for the collection and documentation of biomaterials in multicentre studies. *BMC Bioinformatics*, 21, 1–14.

- Isfahani, S. S., Khajouei, R., Jahanbakhsh, M., & Mirmohamadi, M. (2014). The evaluation of hospital laboratory information management systems based on the standards of the American National Standard Institute. *Journal of Education and Health Promotion*, 3(1), 61.
- Jaiswal, H., Muddukrishna, B. S., & Kulyadi, G. P. (2020). Data integrity violations: A challenge to the pharmaceutical industry. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 11(1), 196.
- Jastania, R. (2019). How laboratory information system improves patient safety. *American Journal of Laboratory Medicine*, 4(6), 97–100.
- Jayashree, B., Reddy, P. T., Leeladevi, Y., Crouch, J. H., Mahalakshmi, V., Buhariwalla, H. K., ... & Hoisington, D. A. (2006). Laboratory information management software for genotyping workflows: applications in high throughput crop genotyping. *BMC Bioinformatics*, 7, 1–6.
- Junaid, S., & Jangda, Z. (2020, January). Successful deployment of a laboratory information management system (LIMS): striding towards modern, paperless labs. In *International Petroleum Technology Conference* (p. D022S128R002). IPTC.
- Kyobe, S., Musunguzi, H., Lwanga, N., Kezimbira, D., Kigozi, E., Katabazi, F. A., ... & Swartz, G. (2017). Selecting a laboratory information management system for biorepositories in low- and middle-income countries: The H3Africa experience and lessons learned. *Biopreservation and Biobanking*, 15(2), 111–115.
- LabWare. (2023). LabWare LIMS: A flexible laboratory information management system.
- Maier, H., Schütt, C., Steinkamp, R., Hurt, A., Schneltzer, E., Gormanns, P., ... & Gailus-Durner, V. (2015). Principles and application of LIMS in mouse clinics. *Mammalian Genome*, 26, 467–481.
- Marks, B., & Thomas, J. (2022). Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1287–1305.
- Moitlhobogi, B., & Maruta, T. (2024). Impact of critical success factors on international ISO accreditation for the Botswana Public Health Laboratories. *Texila International Journal of Public Health*, 3(3), 1–14.
- Munari, E., Scarpa, A., Cima, L., Pozzi, M., Pagni, F., Vasuri, F., ... & Eccher, A. (2024). Cutting-edge technology and automation in the pathology laboratory. *Virchows Archiv*, 484(4), 555–566.

- Nakagawa, A. S. (1994). LIMS: implementation and management. Royal Society of Chemistry.
- Naphade, M., Ankur, P. S., & Rajendra, S. R. (2023). Quality control in clinical biochemistry laboratory-a glance. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 17(2).
- Nasrumminallah, M., & Rehan, F. (2024). Laboratory Information Management System (LIMS) Analysis: a lucrative tool to support the control of antimicrobial resistance (AMR). In *Antimicrobial Stewardship – New Insights*. IntechOpen.
- Oakley, T., Vaz, J., da Silva, F., Allan, R., Almeida, D., Champlin, K., ... & Francis, J. R. (2025). Implementation of a laboratory information management system (LIMS) for microbiology in Timor-Leste: challenges, mitigation strategies, and end-user experiences. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 25(1), 32.
- Oluwole, O. G., Oosterwyk, C., Anderson, D., Adadey, S. M., Mnika, K., Manyisa, N., ... & Wonkam, A. (2022). The implementation of laboratory information management system in multi-site genetics study in Africa: the challenges and up-scaling opportunities. *Journal of Molecular Pathology*, 3(4), 262–272.
- Oniwinde, B. (2024). The essence of compliance is making choices. Available at SSRN 4708345.
- Opie, S. R. (Ed.). (2021). *Cannabis Laboratory Fundamentals*. Springer International Publishing.
- Prasad, P. J., & Bodhe, G. L. (2012). Trends in laboratory information management system. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 118, 187–192.
- Prata, J. C., Reis, V., da Costa, J. P., Mouneyrac, C., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2021). Contamination issues as a challenge in quality control and quality assurance in microplastics analytics. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123660.
- Putri, Z. T., Fahma, F., Sutopo, W., & Zakaria, R. (2019). A framework to measure readiness level of laboratory for implementing ISO/IEC 17025: A case study. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 495, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Rakhmawati, H., Sutrisno, T., & Riisydi, M. K. (2020). Influence of TAM and UTAUT models of the use of e-filing on tax compliance. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 9(1), 106–111.
- Rahimi, B., Nadri, H., Afshar, H. L., & Timpka, T. (2018). A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. *Applied Clinical Informatics*, 9(03), 604–634.

- Rasmussen, L., Maddox, C. B., Harten, B., & White, E. L. (2007). A successful LIMS implementation: Case study at Southern Research Institute. *JALA: Journal of the Association for Laboratory Automation*, 12(6), 384–390.
- Reyes, J., Mula, J., & Díaz-Madroñero, M. (2023). Development of a conceptual model for lean supply chain planning in industry 4.0: Multidimensional analysis for operations management. *Production Planning & Control*, 34(12), 1209–1224.
- Robinson, C., Johnson, J., Yao, K., & Bui, H. (2020). Critical success factors for Vietnamese laboratories striving to implement quality management systems. *African Journal of Laboratory Medicine*, 9(1), 1–4.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Rosli, M. S., Saleh, N. S., Md. Ali, A., Abu Bakar, S., & Mohd Tahir, L. (2022). A systematic review of the technology acceptance model for the sustainability of higher education during the COVID-19 pandemic and identified research gaps. *Sustainability*, 14(18), 11389.
- Rosenbaum, M. W., Flood, J. G., Melanson, S. E., Baumann, N. A., Marzinke, M. A., Rai, A. J., ... & Lewandrowski, K. B. (2018). Quality control practices for chemistry and immunochemistry in a cohort of 21 large academic medical centers. *American Journal of Clinical Pathology*, 150(2), 96–104.
- Rouidi, M., Elouadi, A., & Hamdoune, A. (2022). Acceptance and use of telemedicine technology by health professionals: Development of a conceptual model. *Digital Health*, 8, 20552076221081693.
- Rouidi, M., Hamdoune, A., Choujtani, K., & Chati, A. (2022). TAM-UTAUT and the acceptance of remote healthcare technologies by healthcare professionals: A systematic review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 32, 101008.
- Sepulveda, J. L., & Young, D. S. (2013). The ideal laboratory information system. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 137(8), 1129–1140.
- Stephan, C., Kohl, M., Turewicz, M., Podwojski, K., Meyer, H. E., & Eisenacher, M. (2010). Using laboratory information management systems as central part of a proteomics data workflow. *Proteomics*, 10(6), 1230–1249.
- Tagger, B. (2011). An introduction and guide to successfully implementing a LIMS (laboratory information management system). Computer Science Department, University of Wales, Aberystwyth, Ceredigion, Wales. Retrieved from <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/B.Tagger/LimsPaper.pdf>.

- Timóteo, M., Lourenço, E., Brochado, A. C., Domenico, L., da Silva, J., Oliveira, B., ... & Olej, B. (2021). Digital management systems in academic health sciences laboratories: A scoping review. *Healthcare*, 9, 739.
- Tomlinson, E., Goodman, J., Loftus, M., Bitto, S., Carpenter, E., Oddo, R., ... & Farkas, D. H. (2022). A model for design and implementation of a laboratory information-management system specific for molecular pathology laboratory operations. *The Journal of Molecular Diagnostics*, 24(5), 503–514.
- Triplet, T., & Butler, G. (2012). The EnzymeTracker: an open-source laboratory information management system for sample tracking. *BMC Bioinformatics*, 13, 1–12.
- Turner, H. C., Hori, Y., Revill, P., Rattanaipapong, W., Arai, K., Nonvignon, J., ... & Teerawattananon, Y. (2023). Analyses of the return on investment of public health interventions: A scoping review and recommendations for future studies. *BMJ Global Health*, 8(8), e012798.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Voegele, C., Tavtigian, S. V., De Silva, D., Cuber, S., Thomas, A., & Le Calvez-Kelm, F. (2007). A laboratory information management system (LIMS) for a high throughput genetic platform aimed at candidate gene mutation screening. *Bioinformatics*, 23(18), 2504–2506.
- Wingate, G. (Ed.). (2016). Pharmaceutical computer systems validation: quality assurance, risk management and regulatory compliance.
- Wood, S. (2007). Comprehensive laboratory informatics: A multilayer approach. *American Laboratory*, 39(16), 20.

9. ANEXOS

Anexo A – Guião de entrevistas

Introdução

Bom dia/boa tarde. Antes de começarmos, gostaria de agradecer a sua disponibilidade para esta entrevista. O meu nome é **Tatiana Nunes** e esta entrevista insere-se no âmbito de uma dissertação de mestrado que procura identificar os fatores que explicam por que razão muitos laboratórios ainda não adotaram LIMS, apesar dos seus benefícios reconhecidos. A entrevista está estruturada para comparar experiências reais e expectativas, em diferentes contextos. A entrevista terá uma duração aproximada de **30 minutos**

Quero salientar que a sua participação é voluntária e que todas as informações fornecidas serão tratadas de forma confidencial e anónima, sendo usadas apenas para fins académicos. Com o seu consentimento, irei gravar a conversa para garantir a recolha fiel dos dados, mas qualquer informação pessoal será anonimizada na análise.

Tem alguma questão antes de iniciarmos? Confirma que aceita participar e autoriza a gravação áudio desta entrevista?

1. Caracterização do participante

1. **Qual é a sua função no laboratório e há quanto tempo desempenha esse cargo?**
2. **Quantos anos de experiência tem na área laboratorial, e em que tipos de laboratório trabalhou?**
3. **Como classificaria o grau de digitalização da gestão da informação no seu laboratório?**
(1 = muito manual | 5 = totalmente digitalizado)
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

4. **O laboratório onde trabalha utiliza atualmente um sistema LIMS?**

☐ Sim ☐ Não

- Se sim: Há quanto tempo está em uso?
- Esteve envolvido(a) no processo de implementação?
(total/parcial/nenhum)

- Como descreveria o seu grau de utilização do sistema? (básico, intermédio, avançado)

Nota: Com base na resposta, segue com o perfil (i) ou (ii) e ajustar notas abaixo.

2. Bloco principal de perguntas (semiestruturadas)

Pergunta 4 – Gestão do trabalho no laboratório

- **Perfil (i) – com experiência em LIMS (qualquer nível):**

Como utiliza atualmente o LIMS no seu trabalho diário? Que tipo de tarefas realiza através do sistema (por exemplo, registo de amostras, resultados, controlo de qualidade)?

- *Se esteve na implementação:* Também gostaria de saber como foi esse processo e o que foi mais desafiante nessa fase inicial.

- **Perfil (ii) – sem experiência:**

Como é feita atualmente a gestão da informação e do fluxo de trabalho no laboratório (ex.: registo de amostras, resultados, relatórios)? Que ferramentas utilizam no dia-a-dia?

Pergunta 5 – Perceção de benefícios

- **Perfil (i):**

Que melhorias concretas nota no trabalho desde que começou a utilizar o LIMS? (Ex.: mais rapidez, menos erros, melhor rastreabilidade, preparação para auditorias...)

- **Perfil (ii):**

Que tipo de melhorias acredita que a adoção de um LIMS traria para o vosso laboratório?

Pergunta 6 – Dificuldades e barreiras

- **Perfil (i):**

Que dificuldades sentiu (ou sabe que existiram) no início da utilização do LIMS? Houve alguma resistência por parte da equipa, problemas técnicos, ou questões de adaptação?

- **Perfil (ii):**

Que obstáculos têm impedido a adoção de um LIMS até agora? (Ex.: custo, falta de tempo, receio da equipa, complexidade, falta de prioridade)

Pergunta 7 – Equipa e formação

- **Perfil (i):**
A equipa teve formação específica? Como foi o processo de adaptação? Nota diferenças no grau de aceitação entre colegas?
- **Perfil (ii):**
Acredita que seria necessária formação prévia para a equipa? Como acha que os colegas reagiriam à introdução de um sistema novo como um LIMS?

Pergunta 8 – Funcionalidades e necessidades técnicas

- **Perfil (i):**
Que funcionalidades do LIMS considera mais úteis no contexto do vosso laboratório? Há algo que melhoraria ou acrescentaria ao sistema atual?
- **Perfil (ii):**
Que funcionalidades considera essenciais num futuro sistema LIMS? Que capacidades (integração, relatórios, rastreabilidade) seriam prioritárias?

Pergunta 9 – Processo de seleção ou critérios de decisão

- **Perfil (i):**
(Se souber ou tiver participado) Sabe como foi escolhido o LIMS? Quais foram os principais critérios: custo, suporte, funcionalidades?
- **Perfil (ii):**
Se considerarem avançar com a adoção de um LIMS, que fatores pesariam mais na decisão? O que seria determinante para convencer a gestão?

Pergunta 10 – Visão futura e sugestões

- **Perfil (i):**
Há planos para expandir o uso do LIMS? Que conselhos daria a um laboratório que ainda está a decidir adotar um sistema LIMS?
- **Perfil (ii):**
Consideram implementar um LIMS num futuro próximo? O que poderia acelerar essa decisão? Gostaria de deixar alguma sugestão final?