

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

LETÍCIA APARECIDA LOPES DA COSTA

BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

CAMPINAS/SP
2022

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

LETÍCIA APARECIDA LOPES DA COSTA

BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de Campinas como requisito para conclusão do curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, elaborado sob a orientação da Profa. Fabiana Cristina Andrade Corbi.

CAMPINAS/SP
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
CEETEPS - FATEC Campinas - Biblioteca

C837b

COSTA, Leticia Aparecida Lopes da Costa
Boas práticas de laboratório. Leticia Aparecida Lopes da Costa.
Campinas, 2022.
40 p.; 30 cm.

Trabalho de Graduação do Curso de Processos Químicos – Faculdade
de Tecnologia de Campinas.
Orientador: Prof. Dra. Fabiana Cristina Andrade Corbi.

1. BPL. 2. Segurança. 3. Técnicas analíticas. 4. Laboratórios químico.
5 Garantia da qualidade. I. Autor. II. Faculdade de Tecnologia de
Campinas. III. Título.

CDD 543

Catálogo-na-fonte: Bibliotecária: Aparecida Stradiotto Mendes – CRB8/6553

TG PQ 22.2

Letícia Aparecida Lopes da Costa

Boas práticas de laboratório

Trabalho de Graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos, pelo CEETEPS / Faculdade de Tecnologia – Fatec Campinas.

Campinas, 01 de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Fabiana Cristina Andrade Corbi
Fatec Campinas



Regianne Fontana
Fatec Campinas



Adilson R. Brandão
Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

As Boas Práticas de Laboratório (BPL) são um conjunto de normas que compõem um sistema de gestão, que tem como objetivo garantir o bom funcionamento de laboratórios, assegurando que os resultados de análises gerados sejam seguros e confiáveis. Os ambientes laboratoriais apresentam diversos riscos, por conterem muitas vidrarias, produtos químicos, pontos com distribuição de gás, entre outros, que podem ocasionar acidentes, como cortes, queimaduras químicas e até mesmo incêndios, sendo muito importante manter a segurança dentro deles. Todas as análises devem ser realizadas de forma técnica, diminuindo a possibilidade de erros, incertezas de medição e aumentando a exatidão e precisão analíticas. O ambiente acadêmico é o local adequado para que os alunos que frequentam laboratórios recebam os conhecimentos e desenvolvam as habilidades necessárias para reconhecer e anular riscos, e produzir resultados confiáveis a partir de técnicas analíticas adequadas, através do ensino e aprendizagem eficazes sobre segurança e técnicas de análise básicas, com uma abordagem didática específica e clara, tanto da teoria, quanto da execução prática. Neste trabalho, realizou-se uma pesquisa exploratória, obteve-se um conhecimento aprimorado sobre as BPL, utilizou-se como procedimento técnico a pesquisa bibliográfica e analisou-se as fontes de estudo sobre o tema, filtrou-se os melhores conteúdos qualitativamente. Desta maneira, possibilitou-se o planejamento de uma pesquisa descritiva, e desenvolveu-se um material didático sobre segurança e BPL em formato de manual digital, adotando o uso de comunicação multimodal, através da linguagem verbal e não verbal (imagens, símbolos etc.) de caráter informacional/instrucional, que poderá ser utilizado nos laboratórios e website da Fatec Campinas como fonte de orientação e consulta para os alunos, e servirá como auxílio nas aulas práticas.

Palavras-chave: BPL, segurança, técnicas analíticas.

Abstract

Good Laboratory Practices (GLP) are a set of standards that make up a management system, which aims to ensure the proper functioning of laboratories, ensuring that the generated analysis results are safe and reliable. Laboratory environments present several risks, as they contain many glassware, chemicals, gas distribution points, among others, which can cause accidents, such as cuts, chemical burns and even fires, and it is very important to maintain safety within them. All analyzes must be performed in a technical way, reducing the possibility of errors, measurement uncertainties and increasing analytical accuracy and precision. The academic environment is the right place for students who attend laboratories to receive the knowledge and develop the necessary skills to recognize and avoid risks, and produce reliable results from adequate analytical techniques, through effective teaching and learning about safety and security basic analysis techniques, with a specific and clear didactic approach, both in theory and in practical execution. An exploratory research was carried out, an improved knowledge about GLP was obtained, the bibliographic research was used as a technical procedure and the sources of study on the subject were analyzed, the best content was qualitatively filtered. A descriptive research was planned, and a didactic material on safety and GLP was developed in digital manual format, adopting the use of multimodal communication, through verbal and non-verbal language (images, symbols, among others) instructional material, which can be used in Fatec Campinas' laboratories and website as a source of guidance and consultation for students, and will serve as an aid in practical classes.

Palavras-chave: GLP, security, analytical techniques.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Capa	20
Figura 2 - Introdução BPL.....	21
Figura 3 - Vestuário e EPI.....	22
Figura 4 - Descrição Vestuário e EPI.....	23
Figura 5 - Regras de Segurança.....	24
Figura 6 - Boas Práticas.....	25
Figura 7 - Vidrarias.	26
Figura 8 - Introdução Vidrarias.	27
Figura 9 - Descrição Vidrarias.	28
Figura 10 - Continuação descrição Vidrarias.	29
Figura 11 - Lavagem e descarte de Vidrarias.....	30
Figura 12 - Leitura de menisco e ambientação.....	31
Figura 13 - Equipamentos e Instruções.	32
Figura 14 - Descrição Equipamentos.	33
Figura 15 - Materiais e Descrição.	34

LISTA DE SÍMBOLOS

BPL	Boas Práticas de Laboratório
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
FDA	Food And Drug Administration
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
GLP	Good Laboratory Practice
MAD	Mutual Acceptance of Data
EPA	Environmental Protection Agency
FIFRA	Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act
TSCA	Toxic Substances Control Act
ISSO	International Organization for Standardization
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
EPI	Equipamento de Proteção Individual
SGQ	Sistemas de Gestão da Qualidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	8
1.2	JUSTIFICATIVA	9
1.3	OBJETIVOS	10
1.3.1	OBJETIVO GERAL	10
1.3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

As Boas Práticas de Laboratório (BPL) são normas que têm por objetivo garantir boas condições referentes a todas as atividades realizadas em laboratório, desde sua estrutura física, equipamentos, procedimentos operacionais padrão (POP) e a qualificação profissional, e surgiram da necessidade de assegurar a confiabilidade e credibilidade de dados, obtidos de indústrias e laboratórios analíticos.

Conforme levantamento histórico feito por Galacho (2013), os primeiros registros oficiais de BPL são de textos legislativos da Nova Zelândia e Dinamarca, e datam, respectivamente, de 1972 e 1973.

A agência Food And Drug Administration (FDA), ao constatar práticas irregulares em pesquisas de indústrias farmacêuticas e laboratórios contratados, como falta de planejamento, metodologias e documentação, sugeriu, em 1976, o Good Laboratory Practice Regulations: Proposed Rule, primeira proposta de regulamentação de BPL. Em 1979, tornou-se a primeira legislação internacional de BPL, com regras para pesquisas de produtos e fármacos, denominados Good Laboratory Practice Regulations: Final Rule “21 CFR part 58”.

A organização intergovernamental Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) desenvolveu por dois anos um programa especial sobre o controle de produtos químicos com uma equipe de especialistas internacionais, e resultou na publicação, em 1981, do OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice (GLP), os princípios de BPL da OECD, que continham um anexo com a decisão de permitir o Mutual Acceptance of Data (MAD), sistema internacional creditado para realização de testes e aceitação mútua de resultados. Um novo grupo de especialistas selecionados revisou e atualizou o GPL original, que foi substituído pelo atual que permanece desde 1998 (OECD, 1998).

A Environmental Protection Agency (EPA) coletou informações desde 1976, e averiguou irregularidades em pesquisas de pesticidas, sendo uma das mais graves a falsificação de dados. Publicou em 1983 duas regulamentações federais, o “40 CFR part 160 – FIFRA” e “40 CFR part 792 - TSCA”, para recurso e documento de orientação sobre Good Laboratory Practice Standards, seus padrões em BPL. O site oficial da EPA detalha o Good Laboratory Practices Standards Compliance Monitoring Program, que monitora a prática das duas regulamentações federais, através de políticas internas para o programa de BPL, um para a área de Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act (FIFRA), dos inseticidas, fungicidas e

rodenticidas, e outra para a Toxic Substances Control Act (TSCA), das substâncias tóxicas (EPA, 2018).

A International Organization for Standardization (ISO) emitiu em 1999 a ISO/IEC 17025 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, referência internacional para confirmar ou reconhecer a competência, imparcialidade e operação consistente de laboratórios de ensaio e calibração. O documento norteia a gestão da qualidade para assegurar a eficiência na execução de todas as atividades (ISO, 2020).

No Brasil, a necessidade de regulamentação das BPL foi apontada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), para garantir o recebimento de dados analíticos referentes aos agrotóxicos. Conforme dados oficiais do Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o IBAMA publicou a Portaria Normativa nº139, em 1994, em que orienta os testes e estipula que se realizem em laboratórios credenciados pelo INMETRO.

Em 1995 a Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (CGCRE) deu início ao Programa de reconhecimento da conformidade aos princípios das Boas Práticas de Laboratório, orientado pelos princípios de BPL da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Em 2007 publicou a norma Requisitos Gerais Para Laboratórios Segundo os Princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL (NIT-DICLA-035). A última atualização foi feita em outubro de 2019.

A CGCRE destinou um grupo de trabalho que atuou por cerca de 10 anos para possibilitar que o programa brasileiro de BPL do Inmetro conseguisse adesão MAD da OECD, e obteve em 2011 a adesão plena para a avaliação de Agrotóxicos e Produtos Químicos Industriais, e posteriormente em 2015 conquistou aumento no escopo, com adesão plena aos produtos veterinários, aditivos para rações, cosméticos, produtos farmacêuticos, saneantes, preservativos de madeira e remediadores.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Laboratórios são locais propriamente adaptados para a realização de análises qualitativas ou quantitativas, sendo elas físicas, químicas ou biológicas. Apesar de serem construídos de forma a atender necessidades específicas, nesses ambientes há diversos riscos potenciais, inerentes e efetivos, como a possibilidade de queimaduras químicas com ácidos ou bases concentradas, inalação de substâncias tóxicas, exposição a altas temperaturas, ruídos,

vibrações, sendo a segurança dentro deles extremamente importante. Um profissional bem instruído pode prevenir, evitar e até anular tais riscos.

“Risco é definido como a probabilidade de que se realize o potencial de acidentes, incidentes e/ou exposições.” conforme a NR 32. (BRASIL, MTE, NR 32, 2007; RAPPARINI, 2007).

Outro ponto crucial é a possibilidade de gerar resultados incorretos, seja por métodos inadequados, falta de instrução ou atenção de quem executa alguma atividade, e até mesmo por vidrarias mal lavadas que geram contaminação cruzada ou equipamentos descalibrados. As técnicas analíticas devem ser realizadas de maneira criteriosa, assegurando confiabilidade, exatidão e precisão de resultados, seguindo os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

Boas Práticas de Laboratório é um Sistema de Qualidade que abrange o processo organizacional e as condições nas quais os estudos não-clínicos de segurança à saúde e ao meio ambiente são planejados, desenvolvidos, monitorados, registrados, arquivados e relatados. (Brasil, NIT-DICLA-035 de janeiro 2019, p. 4).

Sendo assim, o que pode ser feito no âmbito acadêmico para que, durante o processo de aprendizagem, os alunos possam adquirir senso crítico para reconhecer, anular riscos e produzir resultados confiáveis a partir de técnicas analíticas adequadas?

1.2 JUSTIFICATIVA

O ensino e aprendizagem eficazes sobre segurança e técnicas de laboratório podem ser alcançados com uma abordagem didática específica e clara, tanto da teoria, quanto da execução prática. Tal ação proporciona um ambiente laboratorial mais seguro, com alunos mais confiantes realizando atividades práticas, desenvolvendo melhor senso crítico e, conseqüentemente, formando profissionais mais bem capacitados. Há também melhora na confiabilidade de resultados, no tempo de duração das atividades práticas, redução nos custos com reposição de vidrarias quebradas e de gastos com reagentes desperdiçados para refazer uma análise.

O mercado de trabalho hoje conta com cursos de especialização específicos para o ambiente laboratorial, como o Lean Lab, que visa aperfeiçoar a rotina, análise e resultados.

Como se sabe é comum que os alunos tenham dúvidas simples durante aulas práticas, e a falta de conhecimento sobre certos procedimentos pode gerar insegurança na execução de atividades ou até mesmo atitudes imprudentes. Pensando nisso, surgiu a ideia de desenvolver

um Manual Digital de Segurança e Boas Práticas de Laboratório – BPL que possa ser utilizado nos laboratórios da Fatec Campinas, através de textos e representações visuais claras e objetivas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um manual digital sobre Segurança e Boas Práticas de Laboratório – BPL que possa ser disponibilizado no site da Fatec Campinas.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Pesquisar material didático com técnicas analíticas;
- Pesquisar as normas vigentes sobre segurança e BPL;
- Pesquisar apostilas e manuais acadêmicos sobre o tema;
- Desenvolver o material didático digital sobre Segurança e Boas Práticas de Laboratório com base nas pesquisas feitas;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Livros didáticos sobre química analítica ensinam diversas técnicas a serem adotadas em práticas laboratoriais, que devem se tornar habituais aos profissionais da área. Tais técnicas foram posteriormente introduzidas nas normas regulamentadoras de BPL.

No livro *Química Analítica Qualitativa*, publicado pela primeira vez em 1937, Vogel (1981, p. 171) listava algumas sugestões para o trabalho, dentre elas: trabalhar sempre de forma ordenada e sistemática com vidrarias limpas, não colocar tampas de frascos na bancada, evitar o desperdício de reagentes, fazer descarte correto de resíduos, realizar operações com despreendimento de vapores nocivos em capela, criar o hábito de registrar todas as experiências e resultados assim que obtidos, rotular e proteger soluções e reagentes em uso.

O livro *Fundamentos de Química Analítica*, original de 1963, foi desenvolvido com o intuito de ajudar alunos e profissionais a criar hábitos de trabalho eficientes e oferecer informações gerais sobre um laboratório de química analítica. É minuciosamente descritivo, e contém instruções detalhadas para realização correta de todas as técnicas analíticas mais utilizadas. Uma delas, a transferência quantitativa, ato de transferir toda a massa de um líquido do recipiente primário para outro, é exemplificada utilizando uma solução de permanganato de potássio de cor púrpura intensa, demonstrando o porquê é necessário fazer mais de uma lavagem do recipiente primário, pois o líquido se torna mais claro a cada lavagem, que deve ser repetida até total transferência da solução, evidenciado pelo desaparecimento de coloração. Este é um exemplo prático também para o ensino correto de lavagens de vidrarias, pois demonstra que são necessárias várias lavagens para que a solução seja completamente removida. (SKOOG et al, 2006).

A importância das técnicas básicas de laboratório é confirmada no livro *Química Analítica Quantitativa Elementar*, de 1979, que apresenta temática similar a de Vogel e Skoog, informando que “o esquema de trabalho proposto vem sendo aplicado há algum tempo no Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), e os resultados têm sido satisfatórios.” (BACCAN et al, 1979, prefácio).

As aulas práticas podem ajudar a diminuir as dificuldades existentes na aprendizagem, não só pelas interpretações que este trabalho exige, mas também pela controvérsia e discussões que se podem gerar entre os alunos. (CACHAPUZ, 2000 apud CUNHA et al, 2012, p. 636).

Para que as aulas ocorram de forma fluida, com eficiência no ensino e aprendizagem, é ideal que as práticas de BPL sejam seguidas. A primeira delas é estar com a vestimenta adequada, pois servem de equipamento de proteção individual (EPI), e sem elas não é permitido adentrar ao laboratório. A vestimenta adequada básica é composta por óculos de segurança, jaleco de algodão, calça comprida e sapato fechado.

A Universidade Anhembi Morumbi realça a importância do uso de proteção para os olhos em seu Manual de Segurança e Boas Práticas de Laboratório:

1. O contato de materiais tóxicos e de risco com a pele exposta ou com os olhos podem causar problemas de saúde bastante sérios. Equipamentos de proteção para os olhos adequados tais como óculos de proteção, máscaras acrílicas ou óculos bloqueadores de raios ultravioleta, devem estar disponíveis e serem utilizados quando houver algum risco. Óculos de segurança aprovados com proteção lateral são o mínimo de proteção requerida em um laboratório.
2. Óculos de proteção e máscaras para o rosto podem também ser necessários quando trabalhando em alguns procedimentos especiais.
3. Lentes de contato podem ser usadas nos laboratórios. No entanto, as lentes de contato não são um meio de proteção e devem ser usadas em conjunto com óculos de proteção apropriados em áreas de risco.

A necessidade do jaleco confeccionado em algodão e seu uso para segurança é explicado por Silva (2016), que também reforça a necessidade do uso de calça e sapato fechado:

São utilizados de cor branca, exclusivas para área de estudo. A maioria confeccionada em tecidos de algodão grosso, pois queima devagar e reage com ácidos e bases, de mangas compridas com fechamento, comprimento até os joelhos com fechamento frontal que deve ser usado sempre fechado. Como também o uso de calça e sapato fechado quando adentrar ao laboratório.

Vestimentas inadequadas são vetadas por Mello (2010, p. 6), “durante os trabalhos de laboratório, não será permitido o uso de sandálias, chinelos, sapatos abertos, bonés, saias, bermudas, calças tipo “pescador” ou equivalente”, pois coloca em risco a segurança.

Almeida (2013, introdução), listou algumas regras básicas de sobrevivência no laboratório, que instruem quanto a comportamentos que devem ser adotados ou evitados, para um melhor ambiente de trabalho:

- Se você tem dúvidas ou perguntas sobre qualquer procedimento, material ou equipamento, fale com pessoas mais experientes, leia os manuais e pesquise antes de executar.
- Em caso de erro, avise imediatamente. Se for possível, ofereça-se para consertar o erro.
- Educação e humildade no relacionamento com todas as pessoas. Trate cada um como se fosse seu cliente mais importante; é regra da área de negócios, mas pode ser aplicada em outros relacionamentos.
- Não suponha nada; tampouco que qualquer outra pessoa esteja sempre correta.

- Anote todas as instruções que receber (protocolos e procedimentos).
- Agende, marque hora para que a pessoa possa dedicar o tempo necessário à conversa. Evite interrompê-la durante procedimentos, experimentos.
- Use o material – livros, artigos, manuais – com cuidado e avise ou anote, caso vá retirá-lo do ambiente.
- Não comente resultados de trabalhos de outras pessoas fora do laboratório.

Mello (2010) lista as principais normas gerais de laboratório, vestimenta, comportamento e segurança. Segundo ele, “constituem importantes fatores para a segurança individual e coletiva daqueles que manipulam reagentes químicos e aparelhagem de vidro”. E afirma que “através do uso e da vigilância constante, deverão se incorporar ao comportamento”. Segue:

- É proibido comer, beber ou fumar no laboratório;
- Para entrar no laboratório, deve estar com a vestimenta adequada, óculos, jaleco, calça comprida, sapato fechado;
- Mantenha os cabelos longos presos, evite rabos de cavalo, use preferencialmente amarrado em coque;
- Não use adornos (anéis, brincos, relógios, pulseiras, etc.) que possam atrapalhar e causar acidentes;
- “Esteja sempre certo da localização do chuveiro de emergência, dos extintores de incêndio, dos cobertores de segurança e saiba como usá-los corretamente”;
- “Utilize sempre os equipamentos de segurança necessários”, em caso de dúvida, oriente-se;
- Não se debruçar ou sentar nas bancadas, e não sentar ou deitar no chão, pois podem conter resquícios de reagentes químicos;
- “Lave as mãos antes de iniciar seu trabalho, após cada operação que realize e também ao se preparar para sair do laboratório”;
- Evite levar as mãos ao rosto, olhos e boca;
- “Nunca trabalhe sozinho no laboratório. Esteja acompanhado de pelo menos mais uma pessoa”;
- “Evite brincadeiras e conversas desnecessárias que possam distrair e levar a acidentes pela desatenção”;
- Antes de iniciar qualquer ensaio, leia atentamente o roteiro para entender o que será feito, isto evitará riscos;
- Não manusear equipamentos sem instruções prévias;

- Ao testar um produto químico por odor, faça movimentos com a palma em direção às narinas, nunca coloquem diretamente sob o nariz;
- “Não leve a boca qualquer reagente químico, mesmo que inofensivo”;
- “Não abra frascos ou manipule produtos não identificados”;
- Procure orientação para trabalhar com reações que não tenha certeza da periculosidade;
- Leia atentamente o rótulo dos reagentes que for utilizar;
- Verifique a validade de soluções e reagentes antes de usar;
- Todas as vidrarias do laboratório devem estar limpas para o uso, utilize detergente, enxague bem em água corrente e depois com água destilada; lave todas ao final de cada experimento. Isso evita contaminações nas análises;
- “Não trabalhe com vidros com arestas cortantes. Há meios de aparar as arestas”;
- Reações que liberem vapores venenosos ou irritantes devem ser feitas em capela;
- Verifique os bicos de gás, feche se estiver aberto sem necessidade;
- “O bico de gás deve permanecer aberto somente quando estiver efetivamente sendo usado”;
- Ao usar os bicos de gás, feche logo após o término do experimento;
- “Não aqueça bruscamente qualquer material sólido ou líquido”;
- “Se o líquido contido num frasco inflamar-se acidentalmente cubra a boca do frasco”;
- Não deixe nada que esteja com a superfície quente onde possam pegar inadvertidamente, como vidrarias ou chapas aquecedoras. Se possível, coloque a placa de aviso “Cuidado, superfície quente, não toque”;
- “Não deixe sem atenção qualquer operação onde haja aquecimento ou que reaja violentamente”;
- Nunca dirija a abertura de tubos de ensaio, frascos ou funis de separação para si ou outros;
- “Adicione sempre ácidos a água, nunca água no ácido”;
- Não pipetar com a boca;
- “Não use a mesma pipeta para medir, ao mesmo tempo, soluções diferentes. Isto contamina as soluções, tornando-as impróprias ao uso”;
- “Não retorne os reagentes aos frascos primitivos, mesmo que não tenham sido usados”;
- Faça o descarte de resíduos nos locais apropriados.

Na maioria dos laboratórios que realizam análises químicas existe a preocupação em gerar resultados confiáveis, e os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) implementados são baseados nos princípios das BPL. (PAULA, 2012, resumo).

As regras de BPL propostas pela FDA (Estados Unidos, 21 CRF 58 de 1979) e os princípios de BPL da OECD (França, OECD Principles ON GLP de 1981), afirmam que cada indivíduo envolvido em determinado estudo de laboratório deve possuir o conhecimento necessário para o desempenho de suas funções, ressaltando a necessidade de aprendizado sobre segurança e técnicas laboratoriais.

Para Rodrigues; Souza e Watanabe (2012):

Como consequência de um sistema organizado de acordo com a BPL, o integrante da equipe passa a adotar uma postura profissional demonstrada pelo compromisso, trabalho em equipe e organização – requisitos indispensáveis tanto na pesquisa quanto no trabalho de rotina.

Os princípios de BPL do INMETRO (Brasil, NIT-DICLA-035 de janeiro 2019) instruem quanto ao manuseio de equipamentos, reagente e materiais, rotulagem e armazenamento de produtos químicos, descarte de resíduos, registro de todos os dados, necessidade de haver procedimentos a serem seguidos e todas as atividades pertinentes que assegurem a qualidade de resultados gerados em um laboratório.

Quanto ao manuseio de equipamentos, materiais e reagentes, rotulagem e armazenamento de produtos químicos, as instruções do INMETRO são:

- 1 Equipamentos, incluindo os sistemas computadorizados validados, utilizados para a geração, arquivo e recuperação de dados e aqueles utilizados para controle de fatores ambientais relevantes para o estudo devem estar localizados apropriadamente, ter configuração apropriada e capacidade adequada.
- 2 Equipamentos utilizados em um estudo devem ser periodicamente inspecionados, limpos, passar por manutenção e calibração de acordo com os POP. Devem ser mantidos registros destas atividades. A calibração deve, onde apropriado, ser rastreável a padrões nacionais ou internacionais de medição.
- 3 Equipamentos e materiais usados em um estudo não devem interferir adversamente com os sistemas teste.
- 4 Produtos químicos, reagentes e soluções devem ser rotulados para indicar identidade (com concentração, se apropriado), data de validade e instruções específicas de armazenamento. As informações de procedência e datas de preparação e de estabilidade devem estar disponíveis. A data de validade pode ser estendida com base em uma avaliação ou análise documentada. (Brasil, NIT-DICLA-035 de janeiro 2019, p. 10).

O Manual de Segurança e BPL da Universidade Anhembi Morumbi segue princípios de BPL do INMETRO, com foco em laboratório no âmbito acadêmico. Cita instruções detalhadas

quanto ao manuseio de equipamentos, vidrarias de laboratório, rotulagem e armazenamento de produtos químicos (p. 7-10).

O registro de todos os resultados gerados em quaisquer experimentos é fundamental para garantir que os resultados sejam confiáveis. Segundo Mello (2010, p. 8), “um registro exato dos resultados experimentais e das conclusões constitui uma parte indispensável de qualquer trabalho científico”.

As instruções fornecidas pelo INMETRO são:

Todos os dados gerados durante a condução do estudo devem ser registrados diretamente, prontamente, exatamente e legivelmente, pela pessoa que gerou os dados. Os registros devem ser assinados ou rubricados e datados. Qualquer alteração nos dados brutos não deve tornar ilegível o dado registrado anteriormente, deve indicar o motivo da mudança, ser datado e assinado ou rubricado pela pessoa que fez a alteração. (Brasil, NIT-DICLA-035 de janeiro 2019, p. 14).

Em geral, todas as atividades realizadas dentro do laboratório devem conter instruções a serem seguidas, para que sejam executadas corretamente. Para análises, isso é extremamente importante, pois devem ser baseadas em roteiros ou instruções de trabalho, de forma a garantir que sua execução seja padronizada, a fim de garantir os resultados obtidos. O INMETRO instrui que sejam adotados Procedimentos Operacionais Padrão (POP) para garantir todas as atividades.

A Instalação de Teste deve ter escritos Procedimentos Operacionais Padrão aprovados pela gerência da instalação de teste, para garantir a qualidade e integridade dos dados gerados por aquela instalação de teste. Revisões dos Procedimentos Operacionais Padrão devem ser aprovadas pela gerência da instalação de teste. Cada setor ou área da instalação de teste deve ter imediatamente disponíveis Procedimentos Operacionais Padrão, vigentes e relevantes às atividades que estão sendo conduzidas. Livros texto, métodos analíticos, artigos e manuais podem ser usados como suplementos para estes Procedimentos Operacionais Padrão. (Brasil, NIT-DICLA-035 de janeiro 2019, p. 12).

A escolha de apresentar as informações desenvolvendo e disponibilizando um material didático em formato digital sobre o tema, mostrou-se válida após a adoção da modalidade de ensino remoto, que se fez necessária a partir do primeiro semestre de 2020 devido a pandemia do Coronavírus. Posteriormente, com o futuro retorno a modalidade de ensino tradicional presencial, a modernização de ensino se mostra cada vez mais fundamental, com a migração a para o ensino híbrido.

Considerando que o ensino remoto foi a melhor opção a curto prazo, e introduzido a rotina das instituições de ensino de maneira emergencial, Andrade e Monteiro (2020) destacam:

Diante dos desafios da educação atual de todos os níveis e modalidades no Brasil, se faz necessário uma nova análise das metodologias utilizadas em sala de aula. Nesse contexto, o Ensino Híbrido tem se tornado um aliado poderoso no processo de ensino e aprendizagem. Embora muito recente, apresenta-se como promissora metodologia de ensino e aprendizagem e, neste momento em que a educação a distância tornou-se indispensável, o Ensino Híbrido surge oferecendo uma personalização do ensino tradicional até então vigente. O Híbrido mescla o que há de melhor no ensino tradicional aos novos métodos de ensino utilizando tecnologias como ferramenta, para proporcionar uma experiência completa para professores e alunos. As Tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TDIC) geraram importantes mudanças no âmbito educacional, exterminando as barreiras entre espaço virtual e espaço físico, criando assim um espaço híbrido.

Segundo dados do Google Trends (2022), plataforma do Google que identifica os termos mais buscados no site, a expressão ensino híbrido teve um recorde de buscas no início do ano de 2021, com professores e estudantes procurando informações sobre a metodologia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho partiu-se de uma pesquisa exploratória sobre boas práticas de laboratório e técnicas analíticas básicas, objetivou-se aprimorar a compreensão sobre o tema. A pesquisa exploratória justificou-se quando a pesquisa se encontrava-se na fase preliminar, e teve como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que foi investigado. (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51-52).

O caráter exploratório é confirmado por Trivinões, (1987, p. 109):

Os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes, maior conhecimentos para, em seguida, planejar uma pesquisa descritiva ou de tipo experimental.

Utilizou-se como procedimento técnico a pesquisa bibliográfica, analisou-se as normas nacionais vigentes, livros referentes ao tema, manuais, apostilas e guias da Fatec e de outras universidades sobre o assunto, artigos científicos e sites específicos na internet, recolheu-se e analisou-se as principais contribuições teóricas sobre BPL. (GALLIANO, 1986, p. 109).

Adotou-se uma abordagem qualitativa para análise dos dados coletados, filtrando os melhores conteúdos sobre as BPL, normas de segurança necessárias ao bom funcionamento do laboratório e as técnicas analíticas de laboratório mais utilizadas, suas características e execuções corretas.

Obeve-se assim total compreensão sobre o tema, e a partir deste ponto, com uma pesquisa descritiva desenvolveu-se um material didático sobre segurança e BPL, em formato de manual digital adotando o uso de comunicação multimodal, através da imagem verbal e não verbal (imagens, símbolos etc.) de caráter informacional/instrucional.

Para sua confecção optou-se pelo uso da plataforma de design gráfico CANVA, onde criou-se o layout e toda sua estruturação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolveu-se um manual em formato digital de Boas Práticas de Laboratório – BPL, que poderá ser disponibilizado no website da Fatec Campinas e ser utilizado nos laboratórios da instituição como material de apoio em aulas práticas, no qual os alunos possam se orientar.

O manual buscou, através do uso de linguagem multimodal, apresentar instruções de maneira simples e objetiva, utilizando textos curtos, imagens, símbolos, setas, com vistas a auxiliar práticas e condutas rotineiras de laboratório.

Seu layout foi pensado para que as páginas que contém orientações compostas por imagem e texto, funcionem de maneira independente, podendo por exemplo, serem afixadas em locais de fácil visualização aos alunos, por este motivo não contém sumário e paginação.

A pesquisa realizada evidenciou a importância da implementação e aprimoramento das BPL, que surgiram da necessidade da criação de um conjunto de práticas e procedimentos que pudessem assegurar os resultados de análises que são realizadas em laboratórios de todo o planeta, além de prevenir eventuais acidentes e diminuir ou eliminar erros que colocam a vida de estudantes e profissionais em risco.

Evidenciou-se a relevância da aplicação de BPL no âmbito acadêmico, visto que formará futuros profissionais. A formação em Tecnologia de Processos Químicos possibilita ao graduado atuação acadêmica e industrial em muitos setores, como farmacêutico, alimentício e de abastecimento, sendo fundamental que os estudantes compreendam o quão impactante podem ser suas ações e a razão de incorporar os princípios de BPL a sua conduta profissional.

Notícias sobre acidentes em laboratórios acadêmicos não são difíceis de serem encontradas na internet, o que evidencia que a não obediência às BPL podem levar a sérios acidentes e a importância das instruções de segurança. Em 2018, o descarte inadequado de resíduos, ocasionou uma explosão num laboratório de Engenharia Metalúrgica da UFRJ, que deixou três feridos. (Band, 2018).

Dois casos recentes aconteceram este ano, um ocorreu no laboratório do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em maio, onde quatro pessoas ficaram feridas após a explosão de um balão de vidro usado para a purificação de solvente (G1, 2022). O outro caso ocorreu em outubro, no Laboratório de Bioquímica Clínica, da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde um vidro com mercaptoetanol congelado trincou, causando vazamento e evaporação no ambiente. Alunos e professores tiveram que deixar o local após o acidente. (R7, 2022).

Figura 1 - Capa



Fonte: Autor, 2022.

Figura 2 - Introdução BPL.



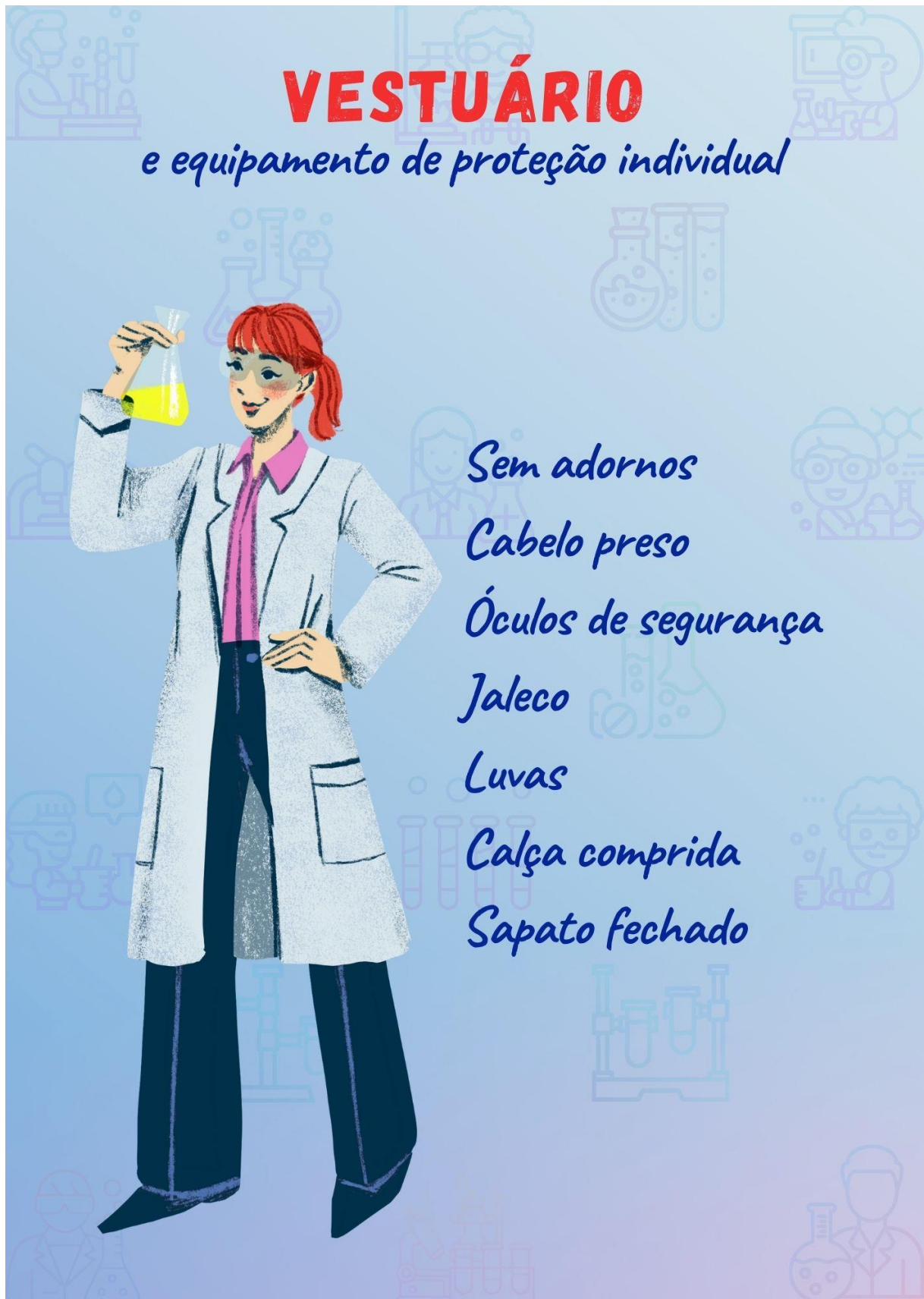
BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO – BPL

As Boas Práticas de Laboratório (BPL) são um conjunto de normas que compõem um sistema de gestão e tem como objetivo garantir o bom funcionamento de laboratórios, assegurando que os resultados de análises gerados sejam seguros e confiáveis.

Os ambientes laboratoriais apresentam diversos riscos por conterem muitas vidrarias, produtos químicos, pontos com distribuição de gás, entre outros, que podem ocasionar acidentes, como cortes, queimaduras químicas e até mesmo incêndios, sendo muito importante manter a segurança dos usuários dentro deles. Todas as análises devem ser realizadas de forma técnica, diminuindo a possibilidade de erros, incertezas de medição e aumentando a exatidão e precisão analíticas.

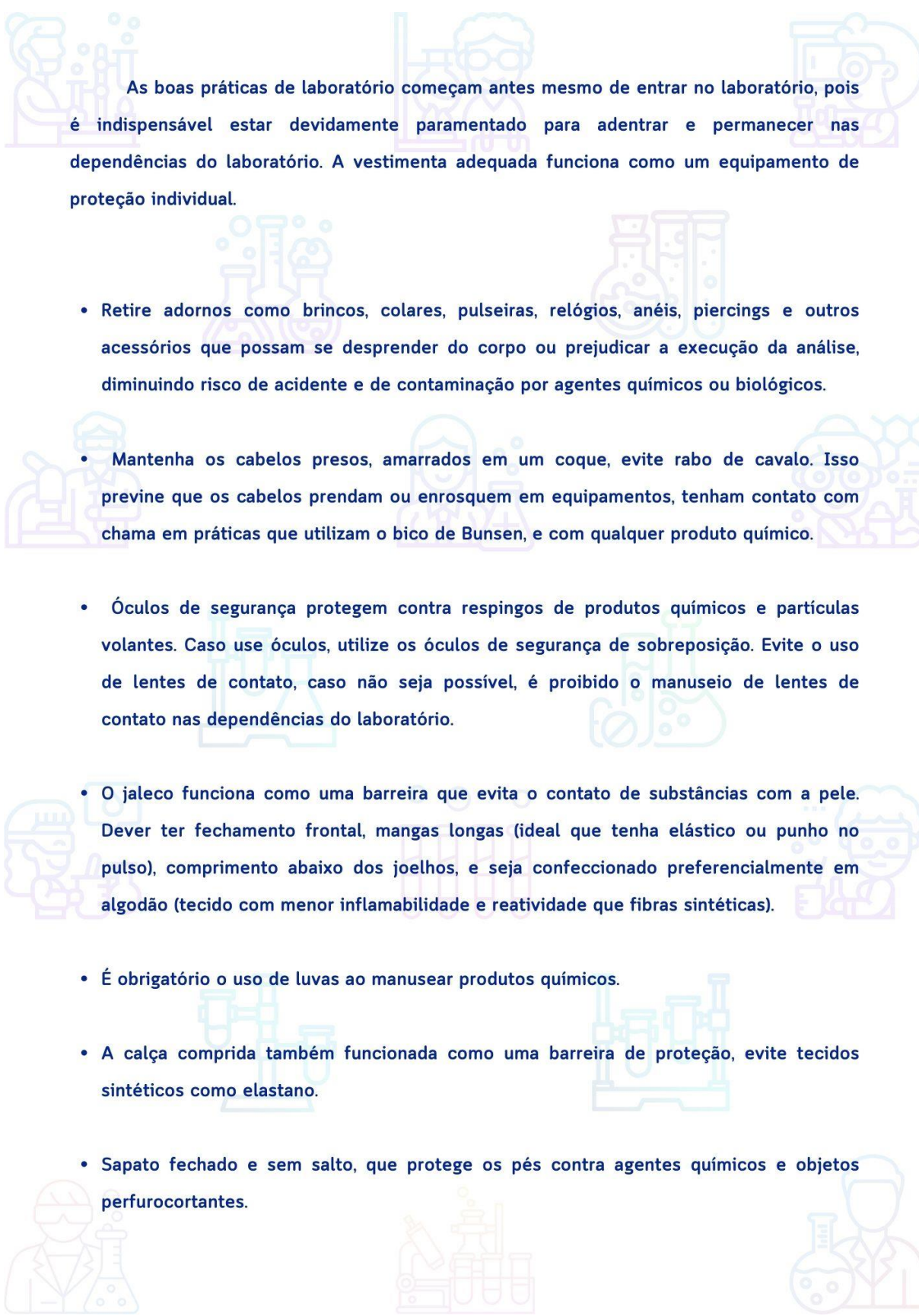
Neste manual o aluno encontrará orientações sobre a vestimenta, equipamento de proteção individual e coletivo, principais regras de segurança e condutas a serem incorporadas ou evitadas na rotina, que com a prática devem se tornar habituais ao comportamento do aluno, projetando uma postura profissional de comprometimento, organização e trabalho em equipe.

Figura 3 - Vestuário e EPI.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 4 - Descrição Vestuário e EPI.



As boas práticas de laboratório começam antes mesmo de entrar no laboratório, pois é indispensável estar devidamente paramentado para adentrar e permanecer nas dependências do laboratório. A vestimenta adequada funciona como um equipamento de proteção individual.

- Retire adornos como brincos, colares, pulseiras, relógios, anéis, piercings e outros acessórios que possam se desprender do corpo ou prejudicar a execução da análise, diminuindo risco de acidente e de contaminação por agentes químicos ou biológicos.
- Mantenha os cabelos presos, amarrados em um coque, evite rabo de cavalo. Isso previne que os cabelos prendam ou enrosquem em equipamentos, tenham contato com chama em práticas que utilizam o bico de Bunsen, e com qualquer produto químico.
- Óculos de segurança protegem contra respingos de produtos químicos e partículas volantes. Caso use óculos, utilize os óculos de segurança de sobreposição. Evite o uso de lentes de contato, caso não seja possível, é proibido o manuseio de lentes de contato nas dependências do laboratório.
- O jaleco funciona como uma barreira que evita o contato de substâncias com a pele. Dever ter fechamento frontal, mangas longas (ideal que tenha elástico ou punho no pulso), comprimento abaixo dos joelhos, e seja confeccionado preferencialmente em algodão (tecido com menor inflamabilidade e reatividade que fibras sintéticas).
- É obrigatório o uso de luvas ao manusear produtos químicos.
- A calça comprida também funciona como uma barreira de proteção, evite tecidos sintéticos como elastano.
- Sapato fechado e sem salto, que protege os pés contra agentes químicos e objetos perfurocortantes.

Figura 5 - Regras de Segurança.

REGRAS DE SEGURANÇA

- 

Certifique-se de conhecer as saídas de emergência.
- 

Verifique a localização do chuveiro de emergência, lava olhos, extintores de incêndio e como usá-los.
- 

Mantenha sempre uma postura de atenção e cuidado no que faz, evite distrações e brincadeiras.
- 

Evite trabalhar sozinho. É preciso outra pessoa para ajudar em caso de emergência.
- 

Antes de iniciar as atividades, leia procedimentos, instruções de trabalho e manuais dos equipamentos.
- 

Se estiver em dúvida, consulte o professor ou responsável. Evite erros e principalmente, acidentes.
- 

Não coma, beba ou fume dentro dos laboratórios.
- 


*Não pipete com a boca, utilize a pera ou vácuo.
Não leve à boca nenhum produto químico.*
- 


Cautela ao testar produto químico por odor, nunca leve nenhum produto químico diretamente ao nariz.
- 


Utilize a capela ao manusear produtos químicos ou realizar reações que liberem vapores agressivos.


Figura 6 - Boas Práticas.


BOAS PRÁTICAS


- 


Mantenha o ambiente limpo, organizado e com todas as passagens desobstruídas.
- 


A bancada deve permanecer organizada e livre de excessos que possam atrapalhar as atividades.
- 


Trabalhe de forma calma, ordenada e sistemática.
- 

Registre todas as experiências de imediato: descrição, data, massas, volumes, cálculos, resultados e etc.
- 


Atue de forma a garantir a qualidade, confiabilidade e reprodutibilidade de resultados.
- 

Verifique a disponibilidade dos materiais e reagentes que irá utilizar antes de iniciar uma atividade.
- 


*Lave as mãos antes e depois das atividades.
Evite tocar o rosto enquanto esta no laboratório.*
- 

Não insira pipetas ou espátulas em frascos de solução ou reagentes, evite contaminação.
- 

O descarte de reagente, solução ou resíduo deve ser feito em local apropriado, nunca na pia.



ÁCIDO → ÁGUA



ÁGUA → ÁCIDO

Ao diluir um ácido concentrado, adicione sempre o ácido sobre a água, nunca o contrário!

Figura 7 - Vidrarias.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 8 - Introdução Vidrarias.

Nos laboratórios há uma grande variedade de vidrarias, muito utilizadas no dia a dia, sendo indispensáveis na realização de uma ampla quantidade de análises. As vidrarias fabricadas em borossilicato são transparentes, possuem resistência química, mecânica, ao calor e à mudanças de temperatura. As de porcelana são brancas, resistentes a altas temperaturas e a prova d'água.

A seguir uma breve descrição das vidrarias e seus usos:

- 1- Tubo de ensaio: pequeno recipiente cilíndrico utilizado para realizar testes e reações em pequenas quantidades.
- 2 - Tubo de ebulição: um pouco maiores e com paredes mais grossas que o tubo de ensaio, ideal quando há necessidade de aquecimento em chama de Bico de Bunsen.
- 3 - Béquer: vidraria com ou sem graduação, uma das mais utilizadas por sua praticidade e versatilidade, como medir e transferir e volumes, preparo de solução, aquecimento e etc.
- 4 - Erlenmeyer: utilizado principalmente em titulações, seu formato facilita o giro sem derramar o conteúdo, também é útil para ferver líquidos e acoplar funis de filtro.
- 5 - Balão volumétrico: recipiente de precisão volumétrica, usado no preparo de soluções de concentração definida. Seu gargalo estreito proporciona o ajuste fino para atingir o menisco, obtendo o de volume específico desejado.
- 6 - Balão de Fundo redondo: projetado para espalhar o calor uniformemente, é utilizado para o aquecimento de líquidos em sistema de refluxo e evaporação a vácuo.
- 7 - Balão de Fundo Chato ou de Florence: o fundo plano permite o aquecido em chapa de aquecimento ou tripé com tela de amianto, usado em reações que envolvam o desprendimento de gases e em destilação.
- 8 - Frasco de Kjeldhal: balão de fundo arredondado e pescoço alongado, utilizado na análise de determinação do teor de nitrogênio.
- 9 - Balão em forma de pera: usado para o aquecimento de líquidos em sistema de refluxo e evaporação a vácuo de pequena escala.
- 10 - Retorta: usado em reações de destilação, a parte arredondada é aquecida e o pescoço alongado apontado para baixo atua como condensador. É raramente usada após a criação dos condensadores.
- 11 - Schlenk: recipiente de reação em química sensível ao ar, o braço lateral permite que um gás inerte, como nitrogênio, seja bombeado para o recipiente.

Figura 9 - Descrição Vidrarias.

12 - Frasco de Strauss: usado para armazenar solventes secos e desgaseificados.

13 - Kitasato: usado em filtração a vácuo, que é mais rápida. Usado em conjunto ao funil de Buchner, na saída lateral é conectado um tubo de vácuo, que sua o solvente rapidamente.

14 - Funil de Separação: usado para separar líquidos imiscíveis por diferença de densidade.

15 - Funil de Gotejamento: usado para adicionar líquidos ou soluções a uma reação.

16 - Funil: usado para filtração simples com o uso de papel filtro, ou transferência de líquidos.

17 - Funil de Thistle: também chamado de tubo de segurança, é usado para adicionar líquidos lentamente em uma solução ou reação.

18 - Condensador de Liebig (liso ou reto): equipamento utilizado para condensação de vapores em destilações ou aquecimento sob refluxo, em posição transversal. No tubo interno flui o vapor, e em volta passa a água fria que condensa esse vapor.

19 - Condensador de Graham (Serpentina): utilizado para condensação de vapores em destilações ou aquecimento sob refluxo, utilizado na posição vertical. Na serpentina espiral flui o vapor, com a água fria de resfriamento ao redor.

20 - Condensador de Friedrichs: tem seu arranjo invertido, na serpentina espiral flui a água fria, com o vapor ao seu redor.

21 - Coluna de Destilação: também conhecida como coluna de fracionamento, é usada na destilação fracionada. e separa uma mistura durante a destilação, pois os vapores se acumulam e destilam nas pequenas 'bandejas' de vidro que sobem na coluna. Apenas os gases mais voláteis subirão até o topo da coluna para serem destilados.

22 - Frasco de Claisen: usado para destilação a pressão reduzida, em reações em que o líquido em aquecimento ferve de forma tumultuosa.

23 - Extrator de Soxhlet: usado para extrair produtos químicos de uma amostra sólida em um líquido.

24 - Seringa para Gás: utilizado para medir o volume de gás produzido em uma reação.

25 - Tubo de Thiele: aparelho usado para determinar o ponto de fusão de um composto sólido.

26 - Coluna para Cromatografia: utilizada para a separação de componentes de uma mistura, onde esses componentes levam diferentes tempos para passar pela coluna, sendo diferenciados por seu tempo de retenção na coluna.

27 - Proveta graduada: utilizado para medida aproximada de líquidos.

Figura 10 - Continuação descrição Vidrarias.

28 - Pipeta Graduada: utilizada para medir volumes, por sua graduação pode medir vários pequenos volumes.

29 - Pipeta Volumétrica: vidraria de precisão volumétrica, usada para medir alíquotas precisas de líquidos.

30 - Bureta: vidraria de precisão volumétrica utilizada principalmente em titulações. Possui uma torneira que para o gotejamento controlado, e sua graduação permite a leitura da quantidade precisa de volume escoado.

31 - Condensador de Allirh (bolhas): equipamento utilizado para condensação de vapores em destilações ou aquecimento sob refluxo.

32 - Bagueta ou bastão de vidro: utilizado na movimentação e transferência de líquidos.

33 - Termômetro: usado para medir a temperatura de substâncias, ambiente ou sistemas.

34 - Dessecador: É usado para guardar substâncias sólidas, pois tem ambiente com baixo teor de umidade, na parte inferior interna, são adicionados agentes secantes, sendo a mais comum a sílica gel.

35 - Vidro de Relógio: usado para tampar béqueres, evaporar e cristalizar substâncias, e também como recipiente de pesagem de massas.

36 - Placa de Petri: seu principal uso é para desenvolver meio de cultura. Também pode ser usado como recipiente de pesagem e estocagem de massas.

37 - Capsula de porcelana (cadinho): usado para calcinação de substâncias.

38- Almofariz e pistilo: usado para triturar e pulverizar sólidos.

39 - Funil de Büchner: usado em filtrações a vácuo por sucção. É utilizado em conjunto com um Kitassato.

40 - Picnômetro - usado para determinação de densidade de líquidos.



Figura 11 - Lavagem e descarte de Vidrarias.

LAVAGEM E DESCARTE de vidrarias

As vidrarias devem estar limpas e secas para o uso, isso evita erros de resultado e contaminações. A lavagem de maneira correta é muito importante, e deve ser feita logo após o uso, conforme as instruções.

Inicie a lavagem com detergente



Enxáque no mínimo 5x em água corrente




Finalize com mínimo 3x enxáques de água destilada



*A repetição de enxáque é baseada em estudos estatísticos.
Um recipiente de vidro limpo de forma apropriada será recoberto com um filme uniforme e contínuo de água, verifique a ocorrência de quebra no filme de água e repita o tratamento se necessário.
Evite deixar vidraria de molho.
Deixe secar naturalmente de preferência, mas pode-se usar a estufa para secagem.*

ATENÇÃO: Vidrarias calibradas **NÃO** devem ser lavadas com água quente ou colocadas na estufa pra secar, pois o aquecimento compromete sua calibração.

*Nunca utilize vidraria avariada!
As que estiverem quebradas ou trincadas, devem ser descartadas no local informado como descarte de vidro apropriado. As que estiverem danificadas com possibilidade de conserto, devem ser entregues ao professor ou técnico do laboratório para o devido reparo.*

Figura 12 - Leitura de menisco e ambientação.

LEITURA DE MENISCO

A superfície superior de um líquido confinado em um tubo estreito exibe uma curvatura côncava voltada para cima, chamada de menisco. A leitura do volume deve ser feita em ângulo reto, com menisco na altura dos olhos, para se evitar o erro devido à paralaxe, uma condição que faz que o volume pareça menor que seu valor verdadeiro, se o menisco for visto de cima, e maior, se o menisco for visto de baixo.



AMBIENTAÇÃO

Como exemplo é descrito o preenchimento de uma bureta para titulação, o mesmo procedimento deve ser realizado em todas operações de transferência de volumes em todas as vidrarias volumétricas e recipientes de armazenamento de soluções. Com a torneira fechada, adicione uma alíquota de 5 a 10 mL do titulante na bureta. Gire-a de maneira a molhar toda superfície interna da bureta, e despreze o volume no descarte. Repita o processo mais duas vezes, em seguida preencha todo o volume.



Figura 13 - Equipamentos e Instruções.

EQUIPAMENTOS de laboratório



Quadro 2 - equipamentos de laboratório

- 1- Balança
- 2 - Medidor de pH ou pHmêtro
- 3 - Agitador Magnético
- 4 - Centrífuga
- 5 - Manta Aquecedora
- 6 - Mufla
- 7 - Estufa
- 8 - Bico de Bunsen

INSTRUÇÕES

- Escute atentamente as orientações de uso fornecidas no início das aulas práticas;
- Leia atentamente os manuais;
- Verifique voltagem de 110V ou 220V antes de plugá-los na tomada;
- Realize a calibração dos equipamentos antes do uso;
- Não opere nenhum equipamento sem autorização ou conhecimento do seu funcionamento.

Figura 14 - Descrição Equipamentos.

Os equipamentos de laboratório devem estar em boas condições de uso, devendo-se prezar por sua manutenção, conservação e limpeza, a fim de garantir a segurança na utilização e a precisão de resultados obtidos. Siga as recomendações:

- Escute atentamente as orientações de uso fornecidas no início das aulas práticas;
- Leia atentamente os manuais de instruções;
- Verifique voltagem de 110V ou 220V antes de plugá-los na tomada;
- Realize a calibração dos equipamentos antes do uso;
- Não opere nenhum equipamento sem autorização ou conhecimento do seu funcionamento.

Descrição dos equipamentos e suas funcionalidades

1- Balança: para pesagem de massas. Manter limpa, em local plano e sem corrente de ar.

- Balança Analítica: alta exatidão 0,0001g (4 casas decimais).
- Balança Semi-Analítica: precisão até 0,001g (até 3 casas decimais).

2 - Medidor de pH ou pHmêtro: realiza a determinação de pH, é composto por eletrodo ligado a um potenciômetro. Importante manter a conservação do eletrodo, após utilizar, enxaguar com água destilada e secar com papel suave.

3 - Agitador Magnético: utilizado para agitação constante ou aquecimento.

4 - Centrífuga: faz a separação de substâncias por diferença de densidade. Sua rotação é indicada em RPM (rotações por minuto), deve ser utilizada com peso distribuído forma balanceada, para que não trepidar, evitando acidentes.

5 - Manta Aquecedora: aquecimento com temperatura controlada para análises, usado em conjunto com o balão de fundo redondo.

6 - Mufla: capaz de alcançar temperatura muito elevadas, acima dos 1000°C, muito utilizada na calcinação de substâncias. Necessário muita atenção ao inserir e retirar itens dela, movimentados com a tenaz, e requer uso de luvas para alta temperatura e protetor facial.

7 - Estufa: Temperatura controlado por termostato, chegando até 300°C. Muito versátil, pode ser usada como secagem de matérias, análise de umidade, estabilidade e outros.

8 - Bico de Bunsen: bico de gás para aquecimento. Antes de usar verifique se não há vazamentos. Para acender, feche suas janelas, abra a válvula de gás da bancada, acenda o fósforo e então abra lentamente as janelas, acendendo a chama até a coloração azul. Deve ser aberto apenas durante o uso e suas válvulas devem ser fechadas logo após o uso.

Figura 15 - Materiais e Descrição.



Fonte: Autor, 2022.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manual digital sobre Boas Práticas de Laboratório – BPL é fruto das atuais necessidades educacionais, onde o uso do meio digital surge como um aliado de estudantes e professores que buscam qualidade e eficiência nas práticas laboratoriais.

O manual buscou, através do uso de linguagem multimodal, apresentar instruções de maneira simples e objetiva, utilizando textos curtos, imagens, símbolos, setas, com vistas a auxiliar práticas e condutas rotineiras de laboratório, num cenário pós-pandemia, onde as práticas de ensino precisaram ser repensadas e replanejadas, especialmente com o uso das tecnologias como ferramentas aliadas do processo de ensino e aprendizagem.

Dentro desta perspectiva tecnológica, o ensino híbrido surge como uma metodologia necessária que combina o uso de meios tradicionais e novas formas de aprendizagem, meio este que favoreceu a continuidade das aulas durante a pandemia, e que deve continuar trazendo benefícios para a educação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. de F. da C.. **Boas Práticas de Laboratório**. 2 ed. São Caetano do Sul: Editora Difusão, 2018. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/book/438434407/Boas-praticas-de-laboratorio>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- ANDRADE, D.P.C.M d.; MONTEIRO, M. I.; **EDUCAÇÃO HÍBRIDA: abordagens práticas no Brasil**. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 5, n. 14, 23 abr. 2020. Disponível em: <<http://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1676>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- ANDRADE, J.C de. Procedimentos básicos em laboratórios de análise. **Revista Chemkeys**, Campinas, 13 de julho de 2011, p. 1-21. Disponível em:<<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/9831>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.
- BACCAN, N. et al. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 1 ed. São Paulo: Edgard Bluncher, 1979. Disponível em: <<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/426/o/Baccan.pdf?1365793122>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- BAND, **Explosão em laboratório da UFRJ deixa três feridos**. Disponível em: <<https://www.band.uol.com.br/videos/explosao-em-laboratorio-da-ufRJ-deixa-tres-feridos-16493811>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **A Cgcre como Autoridade Brasileira de Monitoramento da Conformidade aos Princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/monitoramento_BPL/historico.asp#:~:text=O%20programa%20de%20reconhecimento%20da,que%20%C3%A9%20estabelecida%20a%20compet%C3%Aancia>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Norma n° NIT-DICLA-035: **Princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL**. Rio de Janeiro, 2019. 16 p. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/monitoramento_BPL/documentos_aplic.asp?tOrganismo=BPL> Acesso em 15 de novembro de 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde. NR-32**: Brasília, 2005. 50 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-32.pdf>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.
- CAVALCANTI, G. de O; FILHO, J. A. de A. **Manual de Segurança para Laboratórios**. Natal, 2016. Disponível em: <<https://portal.ifrn.edu.br/ifrn/campus/natalcentral/cissp/lateral/manuais/manual-de-seguranca-dos-laboratorios-v.01>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.
- Compound Interest, **A Visual Guide to Chemistry Glassware**. Disponível em: <<https://www.compoundchem.com/2015/03/17/glassware/>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.
- CUNHA, A. E et al. Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. **REEC: Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias**, Trás-os-Montes e Alto Douro, v.11, n. 3, p. 635 – 659, 2012. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_9_ex658.pdf>. Acesso em 15 novembro de 2022.

EPA. **Good Laboratory Practices Standards Compliance Monitoring Program**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/compliance/good-laboratory-practices-standards-compliance-monitoring-program>>. Acesso em 15 novembro de 2022.

FACULDADE ANHEMBI MORUMBI. **Manual de Segurança e Boas Práticas de Laboratório (BPL)**. São Paulo. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/63284950/Manual-de-Bpl>>. Acesso em 15 novembro de 2022.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION: **FDA Regulations Relating to Good Clinical Practice and Clinical Trials**. Good Laboratory Practice for Nonclinical Laboratory Studies. Disponível em: <<https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=e7ecfefdc4380c6cf81ee5b7b0af006a&mc=true&node=pt21.1.58&rgn=div5>>. Acesso em 15 novembro de 2022.

G1, **Explosão em laboratório da UFSCar deixa 4 pessoas feridas em São Carlos, diz Corpo de Bombeiros**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2022/05/06/explosao-em-laboratorio-de-quimica-da-ufscar-deixa-4-estudantes-feridos-em-sao-carlos.ghtml/>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

GALACHO, C. Boas Práticas de Laboratório: Como surgiram? O que são? A que se aplicam? **Sociedade Portuguesa de Química**, Lisboa, v. 37, n. 128, p. 35-39, 2013. Disponível em: <<https://www.spq.pt/magazines/BSPQuimica/659/article/30001832/pdf>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

GALLIANO, A. G. **O método científico**: teoria e prática. São Paulo: Harbra, 1979.

GODOY, A. S. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/38183/36927>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

Google Trends, **Ensino Híbrido**. Disponível em: <<https://trends.google.com.br/trends/explore?date=today%205-y&geo=BR&q=ENSINO%20HIBRIDO>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS - USP. **Procedimentos e Normas de Segurança para Laboratórios Didáticos do Instituto de Química de São Carlos - USP**. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1657689/mod_resource/content/1/procedimentos%20e%20normas%20de%20seguran%C3%A7a.pdf#:~:text=\(15\)%20N%C3%A3o%20%C3%A9%20aconselh%C3%A1vel%20testar,pipetador%20para%20aspirar%20o%201%C3%ADquido.](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1657689/mod_resource/content/1/procedimentos%20e%20normas%20de%20seguran%C3%A7a.pdf#:~:text=(15)%20N%C3%A3o%20%C3%A9%20aconselh%C3%A1vel%20testar,pipetador%20para%20aspirar%20o%201%C3%ADquido.)>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

ISO. **ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories**. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/66912.html>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

MELLO, M.A. **Análise Química Qualitativa**. Campinas, 2010. (Apostila).

Mogiglass, **Balão de Destilação Claisen**. Disponível em: <<https://vidrarias.mogiglass.com.br/filtracao/balao-de-destilacao-claisen>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

OECD. **OECD Principles of Good Laboratory Practice**. Disponível em: <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/mc/chem\(98\)17&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/mc/chem(98)17&doclanguage=en)>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, M. F. **Pesquisa de Marketing: um manual para a realização de pesquisas em administração.** Catalão: UFG, 2011. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

PAULA, T. I. **Proposta de um modelo conceitual para implementação do Sistema de Qualidade ISO 9001 em laboratórios de ensaio com reconhecimento em BPL.** 2012. 84p. Monografia (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena. Disponível em: <<http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2012/MEQ12047.pdf>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/metodologia-do-trabalho-cientifico-metodos-e-tecnicas-de-pesquisa/4851085/>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

R7, **Professores e alunos precisam deixar prédio da UFMG após vazamento de agente químico.** Disponível em: <<https://noticias.r7.com/minas-gerais/professores-e-alunos-precisam-deixar-predio-da-ufmg-apos-vazamento-de-agente-quimico-26102022>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

RESENDE, F. M et al. **Manual de Segurança do Laboratórios de Microbiologia.** João Pessoa, 2014. Disponível em: <<http://www.ctdr.ufpb.br/ctdr/contents/documentos/pdf/manual-de-seguranca-do-laboratorio-de-microbiologia-v-01-2014>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

RODRIGUES, N. R.; SOUZA, A. P. F. d.; WATANABE, M. Implantação e implementação das normas das Boas Práticas Laboratoriais (BPL) no laboratório de análises de resíduos da Universidade Estadual de Campinas. **Química Nova**, Campinas, v. 35, n. 6, p. 1276 – 1280, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000600038>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

SILVA, G. P. da. CIVIDANES T.A. **Avaliação do conhecimento de boas práticas laboratoriais dos alunos do Curso de Tecnologia em Processos Químicos da Fatec Campinas.** Faculdade de Tecnologia de Campinas. Campinas, 2020. Disponível em: <<http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/9619>>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

SILVA, M. A. F. de M. **Viabilidade de Implementação de Boas Práticas no Laboratório de Ciências Ambientais da UEPB.** 2016. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Paraíba, Campina Grande, 2016. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/12446>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

SKOOG, D. A; WEST, D. M; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica.** 8ª ed. São Paulo: Thomson, 2006.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa e Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação.** 1 ed. São Paulo: Atlas S.A, 1987. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4233509/mod_resource/content/0/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Manual de Regras Básicas de Segurança dos Laboratórios do Departamento de Geologia**. Florianópolis, 2019.

Disponível em: <[https://labpaleo.paginas.ufsc.br/files/2019/08/Normas-de-Seguran%C3%A7a -DGL.pdf](https://labpaleo.paginas.ufsc.br/files/2019/08/Normas-de-Seguran%C3%A7a-DGL.pdf)>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

Vidraria de Laboratório, **Vidrarias de Laboratório**. Disponível em: <[http://www.vidraria delaboratorio.com.br/vidrarias-de-laboratorio-2/](http://www.vidraria.delaboratorio.com.br/vidrarias-de-laboratorio-2/)>. Acesso em 14 de novembro de 2022.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 5^a ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. Disponível em: <<https://www.farmacia.ufmg.br/wp-content/uploads/2015/10/Vogel-Quimica-Analitica-Qualitativa1aEd-1981.pdf>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.