

MARCELA MOREIRA ALVARENGA MENDES

**BIOSSEGURANÇA APLICADA EM UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA NA
ESCOLA PÚBLICA: APARATOS MÍNIMOS PARA ADMINISTRAÇÃO DE AULAS
PRÁTICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Willian Toito Suarez

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M538b
2023

Mendes, Marcela Moreira Alvarenga, 1988-
Biossegurança aplicada em um laboratório de química na
escola pública: aparatos mínimos para administração de aulas
práticas / Marcela Moreira Alvarenga Mendes. – Viçosa, MG,
2023.

1 dissertação eletrônica (73 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Willian Toito Suarez.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Química, 2023.

Referências bibliográficas: f. 62-65.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.088>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Laboratório de química - Medidas de segurança.
2. Laboratório de física - Medidas de segurança.
3. Biossegurança. 4. Química - Estudo e ensino. 5. Física -
Estudo e ensino. I. Suarez, Willian Toito, 1976-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa de
Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 542.1

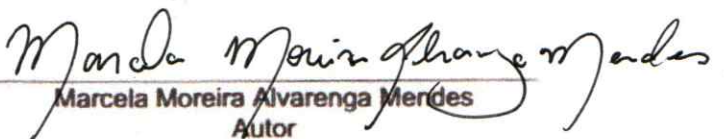
MARCELA MOREIRA ALVARENGA MENDES

**BIOSSEGURANÇA APLICADA EM UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA NA
ESCOLA PÚBLICA: APARATOS MÍNIMOS PARA ADMINISTRAÇÃO DE AULAS
PRÁTICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de dezembro de 2023.

Assentimento:


Marcela Moreira Alvarenga Mendes
Autor


Willian Toito Suarez
Orientador

Aos meus pais e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar a força e a fé que me ajudaram a superar todos os obstáculos sem nunca desistir.

À minha família, principalmente ao meu esposo por me incentivar e acreditar em minha capacidade, ao meu filho por entender minhas ausências, por causa da correria do meu trabalho e minha linda filha. Com muita gratidão.

À minha avó materna (*in memoriam*), que continua sendo minha maior força e inspiração na vida.

Ao Prof. Willian Toito Suarez, que acreditou em meu potencial. Serei eternamente grata por toda a paciência e disponibilidade em me ajudar.

Aos professores Efraim Lazaro Reis e Carlos Roberto Bellato, membros da banca de Qualificação e Defesa de Mestrado, muito obrigada por fazerem parte no processo de avaliação da minha dissertação, pelos ensinamentos e apoio.

Aos professores do Profqui meu agradecimento e reconhecimento, pelas excelentes aulas, pelos trabalhos e dinâmicas que foram essenciais no meu aprendizado. Aos meus amigos do mestrado, com quem compartilhei preocupações, dúvidas e aflições, mas também descobertas e conquistas.

Aos meus alunos da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, vocês são o sentido de tudo, e a cada aula, fazem com que eu me transforme em alguém melhor. Aos meus diretores Marcelo e João Paulo, professores das Ciências da Natureza que sempre se preocupam com a aprendizagem do aluno, procurando sempre fazer um trabalho com dedicação e entusiasmo.

À coordenadora do curso de Arquitetura da Unifacig, Fernanda Cota Trindade e aos alunos do curso de arquitetura Wiliam Braz Focca e Letícia Horst Dutra Coutinho pelo empenho no levantamento arquitetônico para adequação dos laboratórios da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho.

Por fim, agradeço a universidade e todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

MENDES, Marcela Moreira Alvanrenga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Biossegurança aplicada em um laboratório de química na escola pública:** aparatos mínimos para administração de aulas práticas. Orientador: Willian Toito Suarez.

O trabalho analisa as condições e adequação estrutural dos Laboratórios de Química e Física de uma Escola Estadual em Minas Gerais, com o objetivo de possibilitar a realização de aulas experimentais com autonomia e segurança. A pesquisa envolveu a verificação da parte estrutural e física dos laboratórios, da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho em Manhuaçu-MG como *lócus*, em colaboração com acadêmicos de arquitetura do Centro Universitário UNIFACIG. O projeto incluiu a idealização e execução de ajustes físicos para melhorar a viabilidade e segurança das aulas experimentais. A conclusão destaca que um ambiente apropriado contribui para a realização correta e segura das aulas práticas, permitindo a interação dinâmica entre alunos e professores.

Palavras-chave: Laboratório. Biossegurança. Aulas experimentais.

ABSTRACT

MENDES, Marcela Moreira Alvanrenga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2023. **Biosafety applied in a chemistry laboratory in a public school:** minimum equipment for conducting practical lessons. Adviser: Willian Toito Suarez.

The work analyzes the conditions and structural adequacy of the Chemistry and Physics Laboratories at a State School in Minas Gerais, aiming to enable the conduct of experimental classes with autonomy and safety. The research involved assessing the structural and physical aspects of the laboratories, focusing on the State School Maria de Lucca Pinto Coelho in Manhuaçu-MG, in collaboration with architecture students from the UNIFACIG University Center. The project included the conceptualization and implementation of physical adjustments to enhance the feasibility and safety of experimental classes. The conclusion emphasizes that an appropriate environment contributes to the correct and safe conduct of practical classes, fostering dynamic interaction between students and teachers.

Keywords: Laboratory. Biosafety. Experimental classes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 — Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho	33
Imagem 2 — Porta de Entrada do Laboratório de Química e Biologia	36
Imagem 3 — Vista do interior do laboratório de Química e Biologia	36
Imagem 4 — Atividade de reconhecimento e identificação dos materiais	37
Imagem 5 — Atividade de organização dos materiais	38
Imagem 6 — Vista da lateral de entrada do laboratório	49
Imagem 7 — Vista da entrada frontal do laboratório	50
Imagem 8 — Vista interna da sala de depósito.....	51
Imagem 9 — Vista das portas de entrada.....	51
Imagem 10 — Vista do interior do Laboratório – Lateral I.....	52
Imagem 11 — Vista do interior do Laboratório – Lateral II.....	53
Imagem 12 — Planta - Vista da sala de Química	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1. O papel da experimentação no aprendizado das ciências e na construção do conhecimento científico	16
1.2. Biossegurança em Laboratórios.....	23
CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
2.1. Caracterização da escola.....	32
2.2. Levantamento dos riscos e identificação dos parâmetros mínimos de segurança.....	34
2.3. Elaboração do projeto arquitetônico	41
CAPÍTULO 3 — PRODUTO EDUCACIONAL: PROJETO ARQUITETÔNICO	44
CAPÍTULO 4 - BIOSSEGURANÇA APLICADA EM LABORATÓRIOS DO ENSINO MÉDIO	55
CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A – Atividade – Análise Preliminar de Risco	66
APÊNDICE B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE DADOS - ESCOLA	68
APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE DADOS - UNIFACIG.....	69
APÊNDICE D – PROJETO ARQUITETÔNICO	70

1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas têm sido marcadas por diferentes reformas no Ensino Médio no país. Conforme explicam Andrade e Duarte (2023), tais reformas são elaboradas e concretizadas “por meio de dispositivos legais como emendas constitucionais, leis, decretos, medidas provisórias, resoluções, pareceres, programas e projetos” (Andrade; Duarte, 2023, p. 4).

Dentre as reformas mais recentes, as autoras dão destaque e relevância à atual Reforma do Ensino Médio, iniciada em 2016 através da Medida Provisória (MP) nº 746/2016 e concretizada em 2017 por meio da Lei 13.415/2017, e à Política de Fomento de Escolas em Tempo Integral, que promove a ampliação do Ensino Médio de Tempo Integral (EMTI) em âmbito nacional. Dentre as principais justificativas para essa MP, as autoras explicam que

Na exposição de motivos que acompanhava essa MP, o governo anunciava que a proposta de reforma do Ensino Médio estava alinhada às recomendações do Banco Mundial (BM) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF). Eram também condizentes com as recomendações da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para o Ensino Médio. (Andrade; Duarte, 2023, p. 5)

As alterações propostas preveem a flexibilização do tempo escolar, da organização e do conteúdo curricular, da oferta do serviço educativo - considerando o estabelecimento de parcerias entre a comunidade, o público e o privado -, da profissão docente e da responsabilidade orçamentária da União e dos estados (Andrade; Duarte, 2023). Além disso, conforme explicam as autoras supracitadas,

A reorganização curricular afetou a composição do currículo, que passaria a conter gradativamente 1.400 horas/ano, ou seja, 3.200 horas totais, sendo dessa carga horária, 1.800 horas deviam ser utilizadas para a formação geral dos estudantes, tendo como referência a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCCEM). No restante do tempo, deveriam ser organizados os chamados itinerários formativos: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Formação Técnica e Profissional (Brasil, 2017) (Andrade; Duarte, 2023, p. 5).

Nesse novo formato, dá-se maior relevância à uma formação geral dos estudantes em detrimento do aprendizado de outras disciplinas importantes e indispensáveis à formação da sua cidadania, tais como Sociologia, Filosofia, Química

e Física, por exemplo, por meio da redução da carga horária e do número de aulas a serem ministradas e, além disso, como a implantação dos itinerários formativos devem observar a disponibilidade orçamentária, de infraestrutura e de pessoal das escolas, observa-se ainda um certo descomprometimento e omissão do Estado com as condições de oferta dos diferentes sistemas de ensino, desconsiderando-se a precariedade das escolas públicas, conforme observam Andrade e Duarte (2023).

No que se refere à concepção educativa, Cavaliere (2014), argumenta que apesar de ser unânime a compreensão acerca da necessidade da Escola de Tempo Integral no Brasil, seu sentido ainda não está muito bem definido, podendo assumir diferentes perspectivas. A autora aborda a questão a partir de duas possíveis configurações, sendo a primeira a que enfoca uma educação compensatória, na qual a escola de tempo integral cumpre além de uma função educativa, uma função social assistencialista, visando minimizar as desigualdades de oportunidades sociais e educacionais, e a segunda, na qual cumpre com uma função educativa que tem na ampliação da jornada escolar a prerrogativa para o desenvolvimento de uma educação para a cidadania. Nesta última, entende-se que

Além da instrução escolar, ela estaria implicada na educação física e moral, na educação para a cidadania, na educação para a sociedade da informação e da comunicação, na difusão cultural, na socialização primária no caso das crianças pequenas e, no caso dos jovens, na formação para o trabalho. Tudo isso seria parte da justificativa para a ampliação da jornada e conformaria o que vem sendo chamado de 'educação integral' (Cavaliere, 2014, p.1207).

A partir de tais considerações, a educação integral pode ser vista a partir de diferentes concepções e assume determinado valor a depender do contexto social no qual a escola está inserida e na forma como é concebida. Cabe destacar ainda, que devido à ampliação da jornada escolar, a educação integral não se constitui em atos isolados e focados apenas no aprendizado conceitual e dos conteúdos, muito pelo contrário, assim como explicam Andrade e Duarte (2013), apoiando-se em Cavaliere (2010),

a educação integral é a ação educacional que envolve diversas e abrangentes dimensões da formação dos indivíduos, a ser realizada com a cooperação de todas as instituições sociais. Do ponto de vista de quem educa, indica a pretensão de atuar em diferentes aspectos da condição humana – tais como o cognitivo, o emocional e o societário, tendo em vista garantir o desenvolvimento dos sujeitos em todas as suas dimensões: intelectual, física, emocional, social e cultural – e de se constituir como projeto

coletivo, compartilhado por crianças, jovens, famílias, educadores, gestores e comunidades locais (Andrade; Duarte, 2013, p. 3).

Nesse cenário e como professora da Rede Estadual de Minas Gerais, pude acompanhar e participar, ao longo dos anos de exercício da profissão, de planos, ações, programas, projetos e iniciativas dos Governos Federal e Estadual, que tinham como objetivos e metas o aperfeiçoamento e melhoria da qualidade do ensino no Estado. Nesses diferentes contextos pude observar e vivenciar algumas dificuldades decorrentes do processo de formação e preparo dos professores para implantação e efetivação desses programas e de aspectos relacionados à arquitetura e infraestrutura da escola que acabavam por limitar e bloquear as reais possibilidades de ação e consolidação dessas políticas.

Atualmente, atuo como professora de Química, na Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, localizada na cidade de Manhuaçu-MG, considerada 'piloto' de Ensino Médio de Tempo Integral, por ser uma das primeiras escolas na região a adotar o EMTI. Além da disciplina de Química, tenho atuado também nas disciplinas que compõem os Itinerários Formativos e Eletivas do quadro desta escola, a saber: Estudos Orientados I e II, Laboratório Criativo, Ciências Aplicadas e Eletivas II (Saúde e bem-estar).

Tais disciplinas dão enfoque à aprendizagem dos conteúdos não somente a partir de aulas expositivas e de transmissão dos conhecimentos sistematizados e elaborados, mas através de abordagens que busquem o desenvolvimento de metodologias ativas, do protagonismo juvenil e do aprendizado através de situações-problemas, que envolvem atividades de investigação e experimentação.

Como principal documento norteador para as práticas dos professores e, em especial, para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, está a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), a qual reconhece a grande importância e presença da Ciência e da Tecnologia na sociedade atual e orienta que esse ensino deve ser organizado em torno de uma proposta educativa que promova a compreensão das diferentes relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, aliada a uma formação cultural, ética, científica e social pelos alunos, conforme explicita

Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos: do transporte aos eletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia

aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais. Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo (BNCC, 2017, p. 547).

Dessa forma, o ensino de Ciências – Química, Física e Biologia – não deve se restringir somente ao aprendizado de conteúdos conceituais, mas deve buscar promover a articulação e integração das diferentes áreas e saberes, de forma a permitir a ampliação e a sistematização dos conhecimentos por parte dos estudantes, a abertura para novas visões de mundo e a compreensão acerca dos processos de construção do conhecimento científico. Sobre essa finalidade a BNCC, tem como prerrogativa que as competências específicas e as habilidades propostas para o Ensino médio devem explorar

[...] situações-problema envolvendo melhoria da qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras. Espera-se, também, que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (como as de informação e comunicação, geoprocessamento, geolocalização, processamento de dados, impressão, entre outras) em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais. Dessa maneira, as Ciências da Natureza constituem-se referencial importante para a interpretação de fenômenos e problemas sociais (BNCC, 2017, p. 550).

Para que ocorra a compreensão dos processos e práticas de investigação característicos dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico, a ação educativa deverá se basear no desenvolvimento de competências e habilidades capazes de proporcionar e criar oportunidades em um ambiente diversificado de aprendizado que forneça subsídios para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico, através de uma abordagem investigativa, que tem como base o protagonismo dos estudantes e a investigação científica, através da experimentação e atividade de investigação. De acordo com a BNCC,

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a

criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BNCC, 2017, p. 551).

Todavia, durante o processo de planejamento, execução e realização das aulas experimentais para o Ensino Médio e para as disciplinas que leciono, pude perceber e sentir algumas dificuldades que vão ao encontro dessa produção temática e que dizem respeito à estrutura física inadequada das escolas públicas; à falta de capacitação dos professores para seu desenvolvimento e à grande resistência dos docentes com base em sua motivação para a realização de aulas nessa perspectiva (Mendonça; Silva, 2013).

Tal panorama pode refletir o fato de que historicamente, conforme aponta Schnetzler (2010), o ensino de Ciências e de Química, no Brasil, esteve marcado por uma abordagem tradicional que privilegia apenas a transmissão dos conteúdos pelo professor e a sua recepção pelos estudantes. Nessa abordagem, são características atividades de memorização, repetição, treino e a postura passiva dos discentes durante todo o processo de aprendizado. Ao privilegiar somente a transmissão dos conteúdos, outras dimensões importantes do aprendizado dessas ciências, como a experimentação, por exemplo, são negligenciadas, o que leva a uma ausência e desvalorização da experimentação nesse ensino (Delizoicov; Angotti e Pernambuco, 2018).

Além disso, quando a escola adotou o EMTI, apesar de possuir dois laboratórios, voltados para o Ensino de Química, Física e Biologia, as instalações apresentavam condições precárias, caracterizadas por uma deterioração significativa dos equipamentos, manifestada pela presença de numerosos materiais danificados, contaminados por sujeira e cobertos por poeira.

Adicionalmente, foi verificada a presença de substâncias reagentes fora do prazo de validade, não-identificadas e dispostas de forma desorganizada em amontoados de caixas, configurando uma situação que expunha os estudantes e a comunidade escolar a potenciais riscos à segurança.

Diante da utilização dos laboratórios pelos estudantes e da importância da experimentação no ensino de ciências, é imperativo considerar que a implementação desses ambientes demanda a observância de requisitos, normativas de segurança e legislação que regem seu funcionamento como instalações educacionais, as quais, por vezes, apresentam desafios de conformidade.

Tal complexidade decorre, em grande parte, da instalação desses laboratórios em edificações desprovidas de estrutura adequada, sendo que muitas instituições de ensino estão situadas em imóveis não concebidos originalmente para essa finalidade. Mesmo nos casos em que edifícios são destinados ao ensino, estes, por vezes, revelam-se antiquados e carentes de adaptações para a eficaz implementação de laboratórios (Oliveira, *et al.*, 2007).

Tendo isso em vista e diante da necessidade de promover aulas experimentais com segurança para os alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, o objetivo da presente pesquisa visa responder às seguintes questões:

- Quais seriam as principais adaptações e adequações estruturais necessárias à realização de aulas práticas com autonomia e segurança pelos professores e alunos de Química, da Escola Estadual Maria de Lucca?
- Quais são os principais riscos a que estão submetidos os professores e a comunidade escolar decorrentes da utilização dos laboratórios de Química do Ensino Médio?

A partir de tais questões, a presente pesquisa emerge e tem como objetivo geral:

- analisar as condições estruturais para a realização de aulas práticas experimentais pelos alunos da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, com base nas Normas Regulamentadoras e no conceito de biossegurança.

Como objetivos específicos, temos:

- identificar e descrever os conceitos e parâmetros mínimos de biossegurança, necessários para a utilização de laboratórios para aulas de Química pelos professores do Ensino Médio
- identificar os principais riscos a que estão submetidos os professores de Química que utilizam os laboratórios no Ensino Médio.

- propor um projeto arquitetônico estrutural para laboratórios de aulas práticas de Química do Ensino Médio, observando as principais orientações em relação às normas de biossegurança em laboratórios.

A partir de tais objetivos, apresentamos como proposta a criação e elaboração de um projeto arquitetônico para a utilização de laboratórios de Química do Ensino Médio. Para tanto, estruturamos os capítulos da seguinte forma. No **Capítulo 1 – Referencial Teórico**, será discutido o papel da experimentação no aprendizado das ciências e na construção do conhecimento científico e aspectos relacionados à biossegurança aplicada aos laboratórios. No **Capítulo 2 – Procedimentos Metodológicos**, discutimos os procedimentos adotados para responder às questões e aos objetivos da pesquisa, dando enfoque aos instrumentos e recursos utilizados. No **Capítulo 3 – Produto Educacional: Projeto Arquitetônico**, apresentamos o projeto arquitetônico elaborado, discutindo seu processo de criação com base nas orientações para montagem de laboratórios e nas Normas Regulamentadoras (NR's). No **Capítulo 4 – Biossegurança aplicada em laboratórios do Ensino Médio**, buscamos responder e apresentar os resultados das questões levantadas para investigação, seguido das principais **Conclusões** do estudo.

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, buscamos apresentar uma revisão de literatura sobre o papel e a importância da experimentação no ensino de ciências e a biossegurança aplicada aos laboratórios.

1.1. O papel da experimentação no aprendizado das ciências e na construção do conhecimento científico

As contribuições dos diferentes pesquisadores em Ensino de Ciências, têm direcionado importantes reflexões, problematizações e orientações para esse ensino que tem em sua base o reconhecimento da existência de um ensino carente de significados e sentidos para o estudante. A principal questão que se coloca em pauta é a de como promover uma aprendizagem significativa das ciências que possibilite ao aluno a compreensão tanto acerca dos fenômenos quanto dos processos de construção do conhecimento científico (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2018; Cachapuz *et al.*, 2011).

Nesse movimento, discute-se muito a qualidade da educação em ciências, sua contribuição para o fenômeno do fracasso escolar e suas relações com a dinâmica de produção do conhecimento científico (Cachapuz, *et al.*, 2011). Além disso, surge uma grande preocupação por parte desses pesquisadores em como superar as atitudes de rejeição dos estudantes para o aprendizado das ciências e quanto ao cumprimento das expectativas em relação a sua aprendizagem.

Para Cachapuz *et al.* (2011), na atualidade

a educação científica aparece assim como uma necessidade do desenvolvimento social e pessoal. Mas as expectativas postas na contribuição das ciências nas humanidades modernas (Langevin, 1926) não se tem cumprido, e assistimos a um fracasso generalizado e, o que é pior, a uma crescente recusa dos estudantes para a aprendizagem das ciências e incluso para a própria ciência. (Cachapuz, *et al.*, 2011 p. 35-36)

Na base de compreensão desses pesquisadores essa recusa se deve em grande parte à metodologia de ensino tradicional, predominante nas concepções e práticas docentes e que se constitui em um obstáculo para a aprendizagem (Cachapuz, *et al.*, 2011). Isso porque, nessa abordagem, o ensino tem como ponto de

partida para a aprendizagem, atividades de memorização, treino e repetição que se distanciam da dinâmica e dos processos de produção científica e favorecem o desenvolvimento de visões empobrecidas e distorcidas da ciência, produzindo, dessa forma o desinteresse, a desmotivação e as atitudes de rejeição (Cachapuz, *et al.*; 2011).

Ao discutirem sobre a química escolar na inter-relação com outros campos de saber, Zanon e Maldaner (2010), sinalizam face às mudanças no perfil dos estudantes a “necessidade de (re)significar a compreensão do que seja o espaço escolar e o significado do conhecimento nele veiculado” (Zanon; Maldaner, 2010, p. 101), tomando como ponto de partida um ensino que se abre para a cultura dos estudantes e que permita leituras de mundo permeadas por compreensões e ações transformadoras da realidade, isto é, um ensino que não se volte apenas para a transmissão dos conhecimentos, mas que seja tomado a partir

[...] de uma organização curricular direcionada à promoção do pleno desenvolvimento humano e social, mediante relações de diálogo entre sujeitos portadores de conhecimentos diversificados. [...] um ensino com a potencialidade de romper com práticas pedagógicas alicerçadas em conteúdos repetitivos, segmentados e dicotomizados de qualquer realidade. [...] de instituir coletivos organizados em contexto escolar, ou outros, para estudos, planejamentos e ações sistemáticas de (re)construção dos conhecimentos, das concepções e das práticas curriculares, tanto no âmbito da organização disciplinar quanto no âmbito da área de conhecimento, o que muda as condições de trabalho nas escolas (Zanon; Maldaner, 2010, p. 118).

Corroborando com esses autores, Morin (2003), argumenta diante desse cenário, que é preciso ter em mente que o conhecimento científico é dinâmico e submete-se a processos que envolvem transformações na compreensão da própria natureza. Tendo isso em vista, o conhecimento não deve ser tomado como um conjunto de saberes fragmentados, isolados, prontos e acabados, cuja assimilação e apropriação se dá a partir da simples recepção e dos quais apenas fazemos uso e aplicações cotidianas. Muito pelo contrário, o conhecimento, em sua perspectiva, é tomado como uma construção humana, produzido socialmente e sujeito a modificações.

O ensino de Ciências cumpre, portanto, com o desafio de romper com essas visões distorcidas, com o desinteresse, com a desmotivação do aluno e com a necessidade relacionada à produção de sentido. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018),

Parece claro que uma das funções do ensino de Ciências nas escolas fundamental e média é aquela que permita ao aluno se apropriar da estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo e transformador, de modo que garanta uma visão abrangente, quer do processo quer daqueles produtos – a conceituação envolvida nos modelos e teorias – que mais significativamente se mostrem relevantes e pertinentes para a inclusão curricular. Essa estrutura – convenientemente apropriada pelo aluno durante os anos de escolaridade mediante a abordagem de conceituação pertinente, isto é, dinamicamente construída e “recheada” com informações oriundas das teorias – é que poderá possibilitar a abordagem científica dos fenômenos e situações, tanto no interior da escola como em seu exterior, quando o aluno dela estiver afastado [...] (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2018, p. 51-52).

Para responder a esse desafio, dentre outras possibilidades, a valorização da experimentação no processo de aprendizado das ciências tem se mostrado uma alternativa viável no que se refere à motivação e produção de sentidos e evidenciado importantes contribuições para o desenvolvimento do aprendizado das ciências pelos estudantes e para a superação das visões fragmentadas e descontextualizadas promovidas pela abordagem tradicional de ensino (Cachapuz, *et al.*; 2011).

Conforme evidencia Giordan (1999), a experimentação tem contribuído de forma significativa para favorecer um ensino com mais engajamento e sentido para os estudantes e tem sido reconhecida pelos professores quanto ao seu potencial para favorecer o aprendizado. Além disso, o autor argumenta ainda que muitos estudantes veem na experimentação um caráter lúdico e motivador que os possibilita uma melhor compreensão da elaboração do pensamento científico.

Sobre essa função, ressaltam Silva, Machado e Tunes (2010), que o papel da experimentação no ensino de Ciências é reconhecido já desde o século 18, a partir da contribuição de importantes filósofos, mas somente a partir das últimas décadas é que as atividades experimentais vêm sendo inseridas nos currículos e valorizadas como estratégias de ensino.

Ao discutirem alguns aspectos históricos relacionados à experimentação no ensino de ciências no Brasil, os autores aduzem que os primeiros indícios do trabalho de laboratório no país datam do século 19, iniciado pelos portugueses a partir de interesses socioeconômicos do mesmo século. No que se refere ao ensino, a inserção da abordagem experimental foi realizada considerando uma abordagem utilitarista, conforme explicam os autores, “associando o conhecimento teórico às atividades, por exemplo, de extração e transformação de minérios em metais” (Silva; Machado; Tunes, 2010, p. 232).

Mais tarde, no início do século 20 e por volta da década de 30, a concepção em torno da experimentação sofre influências do Movimento da Escola Nova, influenciado pelas ideias de John Dewey, e passa a valorizar as atividades experimentais a partir de uma perspectiva voltada para uma metodologia ativa que busca romper com o caráter utilitarista. Conforme explicam Silva, Machado e Tunes (2010)

Na década de 30, como reflexo do Movimento da Escola Nova, o ensino de Ciências aproxima-se da proposta do educador americano John Dewey, que valorizava o fazer por parte do aluno. Assim, o ensino deveria estar associado a uma realidade próxima do aluno, na tentativa de consertar as experiências cotidianas com o pensamento reflexivo. A escola, de uma forma geral, deveria substituir os métodos tradicionais (teórico, livresco, memorizador, estimulando a passividade) por uma metodologia ativa, incluindo atividades experimentais (Silva; Machado; Tunes, 2010, p. 232).

Em todo o processo havia o reconhecimento de que o ensino com base na experimentação e na prática poderia favorecer o desenvolvimento e a apropriação intelectual dos conteúdos e dos fundamentos conceituais (Silva; Machado; Tunes, 2010). Além disso, conforme explicam Cachapuz *et al.* (2011), a intervenção experimental é de extrema importância para a obtenção de dados com significado pela ciência. Dessa forma, é possível observar a vinculação direta entre a natureza da ciência e o papel da experimentação no ensino.

Sobre essa relação, Silva, Machado e Tunes (2010) dão destaque ao caráter transitório do conhecimento científico, isto é, ao fato de que as explicações da ciência podem sofrer modificações de acordo com determinados contextos, épocas, recursos e instrumentos disponíveis. O que nos leva ao reconhecimento de que a ciência é uma forma de ver o mundo e que nenhum conhecimento deve ser tomado como pronto, acabado e verdade absoluta. Conforme, argumentam

O conhecimento científico é um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados de científicos. Os conceitos científicos são construções abstratas da realidade, não sendo, no entanto, a própria realidade. Conseqüentemente, o significado de um conceito pode modificar-se ao longo da História (Silva; Machado; Tunes, 2010, p. 234).

A partir dessa concepção, compreendemos assim como os autores que a atividade experimental no ensino deve possibilitar uma postura epistemológica que considere o forte poder explicativo da ciência e a sua capacidade de adequação e

previsão frente aos diferentes contextos e épocas, bem como a articulação entre fenômenos e teorias, tendo em vista o desenvolvimento de uma capacidade de leitura e sistematização crítica e interpretativa pelos estudantes, que o permita utilizar-se dos conhecimentos científicos adquiridos em situações cotidianas.

Para Cachapuz *et al.* (2011), as compreensões em torno da experimentação podem ser tomadas a partir de diferentes perspectivas. De acordo com os autores, na perspectiva empirista e indutivista, a experimentação surge no trabalho escolar como uma simples manipulação de variáveis, com o objetivo de deduzir leis e teorias que levam a generalizações. O problema dessa abordagem para eles é que

O que mais importa numa perspectiva empirista, olhada pelo lado didático, são os resultados finais independentemente dos processos da sua obtenção, ou seja, a experiência surge-nos não problemática, não relevando os aspectos mais complexos e difíceis da pesquisa, nem as condições teóricas e técnicas da sua produção. Também, muitas vezes, não se analisa e reflete no significado da experiência e tão só no que é previsível que aconteça. (Cachapuz *et al.*; 2011, p. 96).

Ao contrário dessa perspectiva, na qual é a experiência que põe à prova a teoria, a perspectiva racionalista considera que a experiência científica deve ser guiada por uma hipótese para a qual a teoria desempenha um papel primordial na avaliação dos resultados obtidos. Conforme explicam Cachapuz, *et al.* (2011)

A experiência científica é orientada e mesmo valorizada pelo enquadramento teórico do sujeito, que em diálogo com ela, a questiona, a submete a um interrogatório, de respostas não definitivas. A experiência enquadra-se num método pouco estruturado, que comporta uma diversidade de caminhos, ajustando-se ao contexto e à própria situação investigativa. Os seus resultados são lidos como elementos (possíveis) de construção de modelos interpretativos do mundo e não cópias (e muito menos fiéis) do real (Cachapuz *et al.*, 2011, p. 96).

A partir do reconhecimento de tais concepções, os autores chamam a atenção para que a transposição didática e a atividade experimental no ensino sejam realizadas com cautela, evitando assumir uma postura embasada numa concepção simplista, na qual a experiência é uma atividade de simples verificação da teoria e confirmação de hipóteses.

Apoiando-se em Hodson (1990), ressaltam ainda que tal postura leva ao desenvolvimento de um trabalho experimental nas escolas pobre, confuso e pouco eficaz (Cachapuz *et al.*, 2011), pois ao se utilizar do trabalho experimental sem uma

reflexão adequada, sem o devido questionamento do significado dessa atividade no ensino-aprendizagem, muitos professores tendem a conduzir a experimentação ausente de um sentido e de uma finalidade que lhe confira um lugar e um significado no aprendizado dos estudantes, apresentando o simples caráter de verificação.

Dessa forma, em sua compreensão acerca do papel da experimentação no ensino das ciências Cachapuz *et al.* (2011) concluem que deve haver uma

[...] mudança de atitude dos professores, no sentido de ultrapassarem a aceitação fácil de um empirismo clássico e ingênuo, concebendo a ciência como uma simples descoberta, quer pela observação neutral, quer pela confirmação experimental escolar positiva. Importa que os professores compreendam e se consciencializem da importância do elemento cognitivo, da discussão argumentativa, que atribuam ao estudo e à reflexão um espaço indispensável para compreender as dificuldades e a complexidade que se reveste um tal processo de construção da ciência. Não se pode, entretanto, ignorar o papel do sujeito na construção do conhecimento, nomeadamente através do confronto com os conceitos e teorias aceites em ciências (Cachapuz *et al.*; 2011, p. 100).

Nessa direção, o trabalho experimental pode ser compreendido a partir de uma perspectiva investigativa, na qual a experimentação é tomada como meio para explorar as ideias dos alunos, definida a partir de situações-problemas abertas, capazes de promover o confronto de ideias entre os estudantes, o levantamento de hipóteses, a criação de estratégias e procedimentos, estimulando sua criatividade, sua compreensão conceitual e sua capacidade analítica e interpretativa dos fenômenos (Cachapuz *et al.*, 2011)

Corroborando com esses autores, Silva, Machado e Tunes (2010), entendem que a experimentação no ensino deve ser compreendida como uma atividade que possibilita aos estudantes a articulação entre fenômenos e teorias, por meio de uma relação constante entre o fazer o pensar. Essa relação se estabelece a partir do questionamento, da observação dos fenômenos e da capacidade do aluno de explicá-los utilizando-se de uma teoria e do processo de investigação. Dessa forma, utilizá-la apenas com a finalidade de motivar os alunos e facilitar sua aprendizagem constitui-se um equívoco e um empobrecimento do seu potencial como atividade imaginativa criadora (Silva; Machado; Tunes, 2010).

Os autores verificam, ainda, que as atividades de laboratório conduzidas e praticadas nas escolas possuem caráter meramente reprodutivo e comprobatório, que assim como argumentam Cachapuz, *et al.* (2011), causam um empobrecimento no estabelecimento da relação entre teoria e prática.

Esse empobrecimento, produz ainda efeitos significativos no desenvolvimento das habilidades pelos estudantes, conforme observam Küll e Zanon (2017),

Na educação básica ou no ensino superior, as atividades experimentais ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos estudantes no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a Ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. Assim, o estudante torna-se passivo, cabendo a ele seguir um protocolo, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados. Frequentemente, essas atividades que apresentam natureza de “receita de cozinha” são planejadas com o propósito de consumir mínimos recursos, tempo, espaço e equipamentos. De acordo com Domin (2007), duas explicações podem ser dadas para sua ineficácia. A primeira se refere ao tempo que os estudantes perdem determinando se o resultado obtido é correto em detrimento ao planejamento e à organização dos experimentos. E, a segunda, diz respeito ao plano de laboratório das atividades tradicionais que facilita o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem baixa (aprendizagem mecânica, resolução de problemas algorítmicos) (Küll; Zanon, 2017, p. 5241).

A partir de tal verificação as autoras defendem que as atividades experimentais devem ser pensadas e planejadas por meio de processos de estruturação e definição de objetivos que permitam aos estudantes uma participação ativa no processo, incentivando, estimulando e valorizando processos cognitivos mais complexos, associados ao desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem, tais como a investigação, a tomada de decisão, o desenvolvimento do pensamento crítico, analítico e avaliativo (Küll; Zanon, 2017).

Ao expor os estudantes em atividades problemáticas abertas, em que são capazes de protagonizar descobertas, o método experimental investigativo, se mostra como uma alternativa viável ao desenvolvimento das habilidades de alta ordem relacionadas à capacidade de formular hipóteses, de planejar e conduzir as investigações, de revisar as explicações fornecidas, comunicar e defender os argumentos científicos elaborados, construídos e existentes, tão essenciais ao aprendizado das ciências (Küll; Zanon, 2017).

Para Sicca (1996, p. 12),

O prioritário nas aulas práticas não é a manipulação de materiais específicos, a aquisição de técnicas de laboratório, embora consideremos isto importante. Nosso olhar deve estar voltado desde a cena anterior à ida ao laboratório, quando desenvolvemos os fundamentos teóricos da referida prática até a cena seguinte à realização do experimento, que é de fundamental importância. Nesta, se dá a interpretação dos fenômenos pelos alunos, a expressão de seus modelos explicativos, a intervenção do professor no estabelecimento da possível mudança conceitual, a interação aluno-aluno.

Dessa forma, ao considerar o papel da experimentação no ensino de ciências precisamos ter em mente que esta não deve ser concebida como simples verificação de leis e teorias e que deve se abrir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos estudantes que se manifestam em diferentes níveis e demandas cognitivas (Küll; Zanon, 2017). Além disso, é preciso assumir uma mudança de postura epistemológica e metodológica, face ao planejamento, a consciência acerca da natureza da própria ciência e dos processos de produção e construção que lhes são próprios.

1.2. Biossegurança em Laboratórios

De acordo com a definição do *Oxford Languages*, laboratório significa lugar com aparelhagem, instalações e insumos para efetuar pesquisas científicas em busca de ampliar nosso conhecimento como seres humanos ou no mínimo como acadêmicos, discentes ou docentes.

Se de um lado se colocam as questões epistemológicas e metodológicas na discussão em relação ao papel da experimentação e do uso dos laboratórios no ensino das ciências, de outro estão postas questões estruturais e relacionados diversos obstáculos para sua promoção e utilização nesse ensino, identificados por Silva, Machado e Tunes (2010), como

- a falta de laboratórios nas escolas;
- a deficiência dos laboratórios, traduzida na ausência de materiais, tais como reagentes e vidrarias.
- a inadequação dos espaços disponibilizados para aulas experimentais, que, muitas vezes, são salas comuns que não contam com instalações mínimas de água, gás, eletricidade, etc.
- a não conformidade dos laboratórios para a realização de aulas práticas no Ensino Médio, tendo em vista que esses foram projetados usando como modelo os laboratórios de universidades;
- a grade curricular de Ciências, em função do escasso tempo disponível, dificulta a inclusão de atividades de laboratório;
- o trânsito dos alunos para o laboratório, especialmente quando há necessidade de divisão da turma, perturba a rotina da escola e não é bem aceito pela administração;
- a organização das atividades na escola não prevê tempo para preparação das experiências, organização do laboratório antes e após as aulas experimentais;
- o desenvolvimento de atividade de laboratório em turno diferente daquele das aulas teóricas tem conduzido, em alguns casos, a uma maior desarticulação da relação teoria-experimento;
- a escassez de roteiros que contemplem explicitamente a relação teoria-experimento (Silva; Machado; Tunes, 2010, p. 241-242).

Para contornar esses obstáculos, além de ter clareza sobre o papel da experimentação no ensino de ciências, planejamento e condução adequadas por parte do professor (Silva; Machado; Tunes, 2010), é preciso que haja investimento generalizado em infraestrutura das escolas que possibilitem aos docentes condições de trabalho adequadas e satisfatórias para realizar o trabalho experimental.

Diferentes são os projetos que têm condicionado a melhoria do ensino de ciências à utilização do laboratório (Sicca, 1996). Ao discutir sobre as condições para uma nova concepção de laboratório, já desde a década de 90, Sicca (1996), chamava a atenção para o fato de que a aquisição dos laboratórios escolares foi realizada sem que houvesse alterações nas condições de trabalho do professor que pudessem viabilizar e favorecer seu uso, comprometendo dessa forma o cumprimento da expectativa em relação à melhoria desse ensino.

Ao discutir sobre a arquitetura escolar e laboratórios de ciências, Deitos (2017), argumenta que sua atuação enquanto espaço educativo é permeada de uma subjetividade que precisa ser compreendida e que sofre influências diretas dos contextos políticos e econômicos de determinado período, conforme exemplifica,

A evolução da Arquitetura Escolar demonstra claramente a influência política e social que estabeleceu uma intencionalidade para a educação pautada nos moldes arquitetônicos assumidos. Aquino (2009, p.39) remete-se ao espaço escolar dizendo que: “sua concepção se deu conforme as necessidades de uma determinada época e sociedades diferentes, mas mesmo assim, ainda permanece o apego à habitação desse espaço já conhecido e íntimo de seus usuários”. Sendo assim, a Arquitetura Escolar serve como mediadora da intencionalidade governamental e social destinada à educação (Deitos, 2017, p. 20).

Através de um olhar para o ensino de ciências a autora destaca o Laboratório de Ciências como espaço singular de aprendizagem e desenvolvimento de aulas experimentais – apesar de não se restringirem apenas a esse espaço –, no qual são desenvolvidas diversas metodologias que podem ser traduzidas em melhorias desse ensino (Deitos, 2017). Dessa forma, é inegável a influência direta das condições de trabalho docente na utilização dos laboratórios como atividades de ensino.

Deitos (2017), orienta ainda que a arquitetura escolar precisa não somente ser capaz de promover segurança, conforto e condições de habitabilidade, como também deve observar e respeitar normatizações que garantem parâmetros de qualidade e de bom funcionamento estabelecidos por lei. Assim,

Quando esse projeto escolar é elaborado especificamente para determinada escola, a efetivação de um projeto mais próximo das necessidades específicas a esse local se torna mais real. Além das regulamentações que tratam de áreas mínimas, tipo de piso, quantidade de sanitários, dentre outros aspectos, as concepções pedagógicas praticadas na escola devem ser levadas em consideração, assim, o ambiente escolar torna-se um lugar promotor de segurança, harmonia, aconchego e aprendizado. O conforto ambiental não deve ser negligenciado, pois quando observado, possibilita um ambiente com melhores condições de habitabilidade. (Deitos, 2017, p. 87).

Dessa forma, a montagem e a construção de um projeto arquitetônico escolar devem levar em consideração os aspectos relacionados às condições climáticas, culturais e economicamente diversas que caracterizam o cenário brasileiro e, ainda, as singularidades e especificidades locais e das atividades que serão desenvolvidas e que caracterizam o contexto no qual a escola está inserida (Deitos, 2017). Além disso, cabe destacar ainda que o trabalho nos laboratórios promove uma exposição a uma grande variedade de riscos biológicos, químicos e físicos, associados aos materiais e métodos utilizados, que caracterizam riscos para seus usuários.

Considerando o Laboratório escolar de Ciências, destaca Deitos (2017), que um dos princípios básicos que regem seu funcionamento é o de proporcionar um ambiente seguro e adequado às atividades experimentais, para o qual são estabelecidas normas e parâmetros que servem de referência à sua utilização.

Porém, muitas vezes, conforme observam Oliveira *et al.* (2007), a montagem de laboratórios possui exigências, especificações de segurança e legislação para poderem funcionar como instituições de ensino que muitas vezes são de difícil adequação e observância, e dificultam o cumprimento dessas normativas; pois, a maioria das instituições estão instaladas em imóveis não preparados estruturalmente. Os autores verificam ainda que mesmo os prédios feitos para o objetivo do ensino muitas vezes são antigos e não adaptados para um laboratório simples (Oliveira *et al.*, 2007).

Bailão *et. al* (2018), orientam, assim como Deitos (2017), que para o uso adequado dos laboratórios é necessário seguir as regras de biossegurança. Essas regras são atitudes básicas, parâmetros de ações e até mesmo de estruturas mínimas necessárias à proteção do pessoal envolvido na sua utilização, que no caso do ensino, envolve toda a comunidade escolar: estudantes, professores e auxiliares de limpeza.

Porém, o que é possível perceber a partir da literatura é que há uma lacuna na formação do professor para trabalhar com as questões técnicas, desde a proteção, limpeza e até mesmo descarte correto e adequado de substâncias, resíduos e rejeitos

e um desconhecimento dessas normas tanto pelos alunos quanto pelos professores, o que pode ser causa de acidentes e contaminação ambiental (Bailão *et al.*, 2018; Santana, 2011).

Em âmbito nacional, podemos destacar a existência de órgãos normativos e de fiscalização tais como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as Normas Regulamentadoras (NR), do Ministério do Trabalho e Emprego, entre outros órgãos, que regem e deliberam parâmetros de qualidade e segurança, conhecidos como Biossegurança em Laboratórios.

A Biossegurança pode ser definida a partir de Penna *et al.* (2010, p. 555), como “o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação dos riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços.” Tais riscos podem comprometer a saúde do homem, dos animais e o meio ambiente, bem como a qualidade dos trabalhos desenvolvidos.

Os autores ao realizarem uma revisão sobre o conceito de biossegurança, identificam que os debates e a preocupação relacionada ao tema tiveram início na década de 70, fortemente influenciados pelas preocupações referentes aos impactos do avanço da engenharia genética naquele período, tanto para o homem quanto para os sistemas ecológicos e que, em se tratando no Brasil, a regulamentação das atividades vinculadas a essas áreas teve início em 1995 com o estabelecimento da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (Penna; *et al.*, 2010).

Apoiando-se em Costa (1996) e Albuquerque (2001), os autores evidenciam ainda o caráter polissêmico do conceito, relacionando-o à prevenção de acidentes, garantia de segurança e controle de riscos. Nessa ampla abrangência, podemos compreender que,

A biossegurança envolve a análise dos riscos a que os profissionais de saúde e de laboratórios estão constantemente expostos em suas atividades e ambientes de trabalho. A avaliação de tais riscos engloba vários aspectos, sejam relacionados aos procedimentos adotados, as chamadas boas práticas em laboratório (BPLs), aos agentes biológicos manipulados, à infraestrutura dos laboratórios ou informacionais, como a qualificação das equipes (Brasil, 2006b) (Penna *et al.*, 2010, p. 556).

Dessa forma, a biossegurança constitui-se em um conjunto de normativas que orientam e preconizam a diminuição da exposição de trabalhadores a riscos e que tem como objetivo a prevenção da contaminação ambiental e estão expressas em guias

de biossegurança (Penna *et al.*, 2010). Os riscos se encontram definidos como a “combinação da probabilidade de ocorrência de um incidente e da gravidade do dano (consequência) caso o incidente venha a ocorrer” (Organização Pan-Americana da Saúde, 2021, p. 14) e podem estar relacionados aos aspectos ambientais, ocupacionais, aos agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho e que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

Para a prevenção e controle dos riscos são recomendados a implementação das normas em Biossegurança; a padronização e normatização de procedimentos; a identificação e classificação das áreas e dos possíveis riscos e o estabelecimento de programas de treinamento para prevenção e monitoramento de acidentes de trabalho (Oliveira, 2020).

Além disso, torna-se imperativo que todo laboratório defina um programa de segurança tendo em vista tanto a proteção dos profissionais que atuam na área como do ambiente, o qual inclui a partir de Penna *et al.* (2010), além das técnicas microbiológicas de segurança, as chamadas barreiras primárias – equipamentos de segurança e equipamentos de proteção individual e coletiva, como por exemplo, lava-olhos, chuveiro, extintor, jalecos e cabines de proteção biológica – e barreiras secundárias, as quais dizem respeito à construção, localização e instalações físicas do laboratório. Conforme explicam Penna *et al.* (2010, p. 559),

As instalações físicas são importantes para proporcionar uma barreira de proteção para pessoas dentro e principalmente fora do laboratório, bem como para o meio ambiente. Os tipos de barreiras secundárias dependerão do risco de transmissão dos agentes específicos manipulados no laboratório. São alguns exemplos de barreiras secundárias: a localização distante do acesso público, a presença de sistemas de ventilação especializados em assegurar o fluxo de ar unidirecionado, sistemas de tratamento de ar para a descontaminação ou remoção do ar liberado e câmaras pressurizadas como entradas de laboratório (Brasil, 2006c).

Existem ainda, os chamados níveis de biossegurança, definidos na RDC (Resolução de Diretoria Colegiada) nº50 de 21 de fevereiro de 2002, que são determinados pela ANVISA e que levam em conta as posturas de trabalho, a utilização de equipamentos de segurança e as instalações do ambiente do laboratório. Todavia, conforme observam Penna *et al.* (2010, p. 561), baseando-se nos dados da ANVISA

O maior problema relacionado aos riscos em laboratório não está nas tecnologias disponíveis para eliminar ou minimizar tais riscos e sim no comportamento dos profissionais. É indispensável relacionar o risco de acidentes às boas práticas cotidianas dentro de um laboratório. Não basta haver sistemas modernos de esterilização do ar ou câmaras de desinfecção das roupas de segurança, por exemplo, se o profissional não lavar suas mãos com a frequência adequada ou o lixo for descartado de maneira errada (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005).

A partir de tais observações, podemos perceber a importância da Biossegurança nas práticas laboratoriais e no desenvolvimento de atitudes e condutas que colaboram para a segurança, o controle e a prevenção dos riscos e para o desenvolvimento de Boas Práticas de Laboratório¹.

Glanzmann (2021), ao discutir sobre a gestão de riscos em laboratórios de Química, tendo como base um estudo realizado em quatro laboratórios de uma universidade federal mineira, argumenta que são vários os desafios na gestão de riscos de laboratórios químicos e que para uma gestão eficiente de riscos, é necessário observar as normas e as condições de insegurança presentes nos laboratórios.

Dessa forma, compreendemos que para que o professor realize aulas práticas com segurança e autonomia, deverá além de possuir conhecimento acerca das normas de biossegurança, realizar um planejamento prévio do laboratório, conhecer os riscos oferecidos pelas substâncias que serão utilizadas, atentar-se para a prevenção de acidentes, considerando a sua possibilidade de ocorrência, e conhecer as características físicas do local em que as aulas serão realizadas. Faz-se necessário, também, o estabelecimento de um planejamento técnico desde a montagem do laboratório, manutenção durante seu uso e realização de adequações, caso necessário, visando maior segurança dos usuários (Glanzmann, 2021).

¹ De acordo com Penna *et al.* (2010, p. 561), “as Boas Práticas de Laboratório (BPLs) tratam da organização, do processo e das condições sob as quais estudos de laboratório são planejados, executados, monitorados, registrados e relatados. As BPLs têm como finalidade avaliar o potencial de riscos e toxicidade de produtos objetivando a proteção da saúde humana, animal e do meio ambiente. Outro objetivo das BPLs é promover a qualidade e validação dos resultados de pesquisa através de um sistema de qualidade aplicado a laboratórios que desenvolvem estudos e pesquisas que necessitam da concessão de registros para comercialização de seus produtos e monitoramento do meio ambiente e da saúde humana (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2008)”.

CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é realizada é de natureza qualitativa, a qual pressupõe uma visão que tem em sua base de compreensão e análise o mundo do sujeito e os significados por ele atribuídos às suas experiências e práticas cotidianas, suas interações sociais para compreender e interpretar a realidade, bem como as ações cotidianas que forjam as condutas dos atores sociais (André; Gatti, 2008). Dessa forma, explora situações e características que não podem ser obtidas numericamente.

Conforme explicam André e Gatti (2008, p. 4),

as pesquisas chamadas de qualitativas, vieram a se constituir em uma modalidade investigativa que se consolidou para responder ao desafio da compreensão dos aspectos formadores/formantes do humano, de suas relações e construções culturais, em suas dimensões grupais, comunitárias ou pessoais. Essa modalidade de pesquisa veio com a proposição de ruptura do círculo protetor que separa pesquisador de pesquisado, separação que era garantida por um método rígido e pela clara definição de um objeto, condição em que o pesquisador assume a posição de "cientista", daquele que sabe, e os pesquisados se tornam dados – pelos seus comportamentos, pelas suas respostas, falas, discursos, narrativas, etc, traduzidas em classificações rígidas ou números - numa posição de impessoalidade. Passa-se a advogar na nova perspectiva, a não neutralidade, a integração contextual e a compreensão de significados nas dinâmicas histórico-relacionais.

A partir dessa compreensão, podemos compreender as pesquisas qualitativas como uma modalidade investigativa que busca abordar o desafio complexo da compreensão dos aspectos formadores do ser humano, suas relações e construções culturais em diversas dimensões. Nessa abordagem, o pesquisador deixa de assumir a posição de "cientista" detentor do conhecimento, enquanto os participantes não são mais reduzidos a meros dados impessoais quantificados.

Como para atender ao objetivo geral da pesquisa precisamos buscar uma melhor compreensão dos sujeitos inseridos em práticas sociais e cotidianas, a pesquisa qualitativa se mostra, portanto, como alternativa viável à realização do estudo. Tendo isso em vista e considerando o processo de estruturação metodológica desta pesquisa, optamos pela realização de um estudo de caso.

Conforme explica Yin (2001), os estudos de caso têm sido amplamente aplicados para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos, em diversas áreas de conhecimento, como sociologia, antropologia, medicina, psicanálise, psicologia, serviço social, direito e

administração, variando em relação aos métodos e objetivos. Na área da educação, sua notoriedade começou a crescer nos manuais de metodologia de pesquisa nas décadas de 60 e 70, inicialmente com um enfoque restrito na descrição de uma unidade, seja ela uma escola, um professor, um grupo de alunos ou uma sala de aula (André, 2005).

O caso é compreendido como uma unidade específica, um sistema delimitado cujas partes estão integradas, como o contexto físico, sociocultural, histórico, político e econômico e o estudo de caso baseia-se e o estudo de caso surge a partir da necessidade de se conhecer uma instância específica, compreender profundamente essa instância em sua complexidade e totalidade, e quando se procura retratar o dinamismo de uma situação de forma muito próxima do seu acontecer natural (Yin, 2001). Isso possibilita a construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de um estudo em profundidade, apoiado pelos instrumentos de coleta de dados em situações de campo.

Como nosso objetivo geral visa analisar as condições para a realização de aulas práticas experimentais na Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, com base nas normas Regulamentadoras e no conceito de biossegurança, entendemos a necessidade de estudar uma realidade em particular, levando em conta seu contexto e complexidade, para a qual o estudo de caso se impõe como alternativa.

Para a coleta de dados, de acordo com Yin (2001), a coleta de dados para os estudos de caso pode se basear em diversas fontes de evidência, dentre as quais ele destaca documentos, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, observações participantes, entre outras. Como nosso objetivo está diretamente relacionado às Normas Regulamentadoras e à Biossegurança, optamos pela realização de um levantamento bibliográfico, através de uma pesquisa bibliográfica documental.

A pesquisa documental pode ser entendida como uma forma de pesquisa bibliográfica que se dedica à análise de diversas produções acadêmicas em vários formatos, como livros, teses, dissertações, artigos científicos e periódicos, entre outros. Essas fontes bibliográficas são encontradas em diversos bancos de dados, conforme definido por Gil (2002). De acordo com este autor, uma das vantagens dessa abordagem de pesquisa é proporcionar ao investigador uma análise abrangente dos fenômenos que estão sendo investigados, especialmente quando os dados relevantes estão dispersos geograficamente.

Nossa opção pela pesquisa bibliográfica documental consiste no interesse em responder às questões levantadas anteriormente e que se constituem em nossos objetivos. Dessa forma, compreendemos que identificar, analisar e descrever os principais riscos, adaptações e adequações necessárias para a realização de aulas experimentais aos quais estão submetidos os professores do Ensino Médio e, mais especificamente, os professores da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, é preciso compreender além de uma análise da realidade, pela realização do estudo de caso, como os documentos tratam a questão.

De acordo com Yin (2001, p. 109), “o uso mais importante de documentos é corroborar e valorizar as evidências oriundas de outras fontes”, além de possibilitar realizar inferências, tratadas como indícios e que poderão ser investigadas mais a fundo posteriormente (Yin, 2001). As etapas da realização do estudo de caso e da pesquisa bibliográfica são descritas a seguir.

Inicialmente foi realizada uma revisão de literatura, fase presente em qualquer tipo de pesquisa, com o objetivo de fundamentar teoricamente o campo a ser investigado (Gil, 2002), apresentada no Capítulo 1. O desenvolvimento dessa etapa possibilitou além de uma fundamentação teórica do objeto de investigação por meio de fontes bibliográficas, a observação do número reduzido de pesquisas envolvendo a arquitetura escolar e a biossegurança para laboratórios com foco no ensino médio, sinalizando uma importante lacuna do campo de produção e investigação nesta área e reforçando a relevância dessa metodologia e da pesquisa no sentido de possibilitar “[...] meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente” (Marconi; Lakatos, 2003, p. 183).

Cabe destacar ainda, a importante diferenciação entre o que se entende por revisão de literatura e pesquisa bibliográfica, conforme apontado por Thomaz (2023), apoiando-se em Lima e Mito (2007),

a revisão de literatura, também chamada de revisão bibliográfica, é uma etapa comum a todo e qualquer tipo de pesquisa que tem como objetivo a fundamentação teórica do campo a ser investigado, enquanto a pesquisa bibliográfica consiste na fundamentação teórica do objeto de investigação a partir de fontes bibliográficas, estando o pesquisador atento ao objeto de estudo e aos objetivos que pretende responder (Thomaz, 2023, p. 31).

O processo de levantamento dos dados envolveu a utilização de fontes bibliográficas, tais como documentos oficiais, normas técnicas, livros, artigos, teses e dissertações publicadas envolvendo a temática, disponíveis em forma *online* ou impressa e o acesso às NR's através do site do Ministério do Trabalho e Emprego em sua página na internet. Para tanto, considerou-se, a partir de Marconi e Lakatos (2003), a classificação das fontes, em

a) Fontes Primárias - dados históricos, bibliográficos e estatísticos; informações, pesquisas e material cartográfico; arquivos oficiais e particulares; registros em geral; documentação pessoal (diários, memórias, autobiografias); correspondência pública ou privada etc.

b) Fontes Secundárias - imprensa em geral e obras literárias (Marconi; Lakatos, 2003, p. 158).

As fontes primárias são compostas por documentos oficiais como normativas, resoluções, teses, artigos e dissertações publicadas sobre o tema. A etapa de obtenção dessas fontes consistiu ainda na realização de uma pesquisa documental que tem como principal característica a fonte de coleta de dados restrita a documentos, escritos ou não (Marconi; Lakatos, 2003) com o objetivo de realizar a caracterização da escola, apresentada na seção 2.1, e na elaboração de uma Análise Preliminar de Risco (APR), apresentada na seção 2.2 que embasou a criação do projeto arquitetônico, apresentado na seção 2.3.

Após esse processo buscamos submeter os dados a um processo de análise interpretativa e de sistematização tendo em vista promover a incorporação desses dados a uma estrutura teórica, uma avaliação crítica e a métodos de inferência, conforme orientação de Soares (2008), em relação à pesquisa bibliográfica. Para a autora, a pesquisa bibliográfica deve transcender a simples exposição dos dados encontrados nas fontes consultadas, mas tem ainda a finalidade de analisar criticamente o material bibliográfico. Todo esse procedimento é guiado por métodos, padrões e análises interpretativas, visando criar sentido e significado para abordar as questões delineadas (Soares, 2008).

As etapas são discutidas com mais detalhes a seguir.

2.1. Caracterização da escola

Para realizar a caracterização da escola, foi realizada uma pesquisa documental que envolveu o Memorial e o acesso a banco de dados, tais como o Simave². A Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho (Imagem 1), foi criada em 1928, através do decreto-lei estadual nº 8.245 de 21 de abril de 1928, e encontra-se localizada na cidade de Manhuaçu-MG, pertencente à região da Zona da Mata Mineira. Sua criação se deu em um amplo período de desenvolvimento econômico da cidade que conduziu à necessidade de ampliar a oferta educacional para a população da época.

Imagem 1 — Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho



Fonte: Acervo institucional

Inicialmente, o ensino estava dividido em Normal, para magistério de 1º grau com duração de três anos e de Adaptação, que era aplicado em dois anos. Os primeiros professores e o diretor foram nomeados pelo Governo do Estado de Minas Gerais e vindos em sua grande maioria de outras cidades, com raras exceções como a da Dona Maria de Lucca Pinto Coelho, natural de Manhuaçu, que ocupou a cadeira de Língua Francesa.

Atualmente, a escola possui 423 alunos matriculados, na modalidade de Escola de Tempo Integral (257), EJA (48), e oferece cursos técnicos concomitantes em Segurança do Trabalho (118). Seu público é oriundo das zonas rural e urbana do

² Disponível em: <https://simave.educacao.mg.gov.br/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

município, com faixa etária diversificada e perfil socioeconômico caracterizados por rendas compreendidas entre 1 e 3 salários mínimos.

Seu corpo docente é composto por 56 professores, dos quais 41 são efetivos e 15 são designados. Em relação à formação dos professores que compõem seu quadro efetivo, um é pós-doutor, 2 são mestres, 35 são especialistas e 20 são graduados.

No que se refere à sua infraestrutura, a escola possui salas equipadas com *Smart TV*, com mesas e carteiras em ótimas condições; uma biblioteca que conta com um acervo diversificado e três computadores para pesquisa pelos estudantes; um laboratório de informática; um auditório e dois laboratórios para o ensino de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), completamente equipados com materiais e reagentes que garantem a realização de aulas práticas para os estudantes.

Os laboratórios de Química e Biologia operam de maneira integrada, enquanto o laboratório de Física dispõe de uma sala exclusiva. Tal verificação justifica ainda a opção pelo uso do conceito de biossegurança, uma vez que os usuários do laboratório de Química, ao utilizarem de um laboratório compartilhado, podem estar expostos tanto a riscos biológicos quanto químicos.

Cabe destacar ainda que o prédio no qual a escola funciona atualmente foi construído em 1970, de tal forma que conservam em sua arquitetura características da época e pode ser considerado um prédio antigo. Essa informação é relevante para se compreender a arquitetura do laboratório e os processos de adequação que serão discutidos posteriormente.

2.2. Levantamento dos riscos e identificação dos parâmetros mínimos de segurança

Para atender aos objetivos específicos de identificar e descrever os conceitos e parâmetros mínimos de biossegurança, necessários para a utilização de laboratórios para aulas de Química pelos professores da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, e de identificar os principais riscos a que estão submetidos os professores de Química que utilizam os laboratórios dessa mesma escola, com base no estudo de caso e na pesquisa bibliográfica, foi realizada uma pesquisa documental, como apresentado anteriormente. Para tanto, nos embasamos em uma das atividades desenvolvidas pelo Curso Técnico em Segurança do Trabalho, ofertado pela escola.

A atividade (Apêndice 1) que foi realizada por um dos professores de Química desse mesmo curso, consistiu na elaboração de uma Análise de uma Análise Preliminar de Risco (APR) e foi elaborada buscando enfatizar a relação teoria e prática na formação desses estudantes e promover uma metodologia ativa e investigativa em seu processo de aprendizado.

O professor compõe o quadro de designados da instituição, possui 28 anos, é do sexo masculino, há três anos na docência, com residência atualmente na cidade de Manhuaçu-MG. Em relação à sua formação, possui Licenciatura em Química e Mestrado em Educação pela Universidade Federal de Viçosa, e Licenciatura em Pedagogia pela Unicesumar.

Em relação aos documentos consultados, estão o planejamento da atividade, cedidos pelo professor e pela escola e fotos da sua realização, as quais constituem-se a partir de Marconi e Lakatos (2003) em fontes secundárias. Ao todo, a pesquisa documental realizada revelou que foram destinadas 12 aulas, às quartas-feiras, das 07h às 8h40min, para aplicação, desenvolvimento e consolidação da atividade. Cabe destacar aqui, que o laboratório da escola estava passando por reformas estruturais, tendo todos os reagentes, materiais e instrumentos sido retirados e armazenados em caixas para posterior realocação.

Nesse processo, conforme explicitado no documento norteador da atividade, foram realizadas ainda, visitas supervisionadas pelo professor com esses estudantes no laboratório para que eles pudessem observar, reconhecer, identificar e catalogar as substâncias, explorando suas propriedades, as condições para seu armazenamento, sua reatividade, dentre outros critérios. Tendo em vista tal motivação, essa atividade de exploração buscou considerar e identificar também suas condições de uso e necessidades de reformas. As imagens a seguir possibilitam uma melhor visualização desse cenário.

Imagem 2 — Porta de Entrada do Laboratório de Química e Biologia



Fonte: a autora

Imagem 3 — Vista do interior do laboratório de Química e Biologia





Fonte: a autora

Imagem 4 — Atividade de reconhecimento e identificação dos materiais



Fonte: Acervo da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho

Imagem 5 — Atividade de organização dos materiais



Fonte: Acervo da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho

A Análise Preliminar de Risco (APR) do laboratório de Química da escola, construída nessa atividade, evidenciou a existência de riscos ergonômicos, químicos e de acidentes. Uma APR consiste na avaliação técnica prévia dos possíveis riscos existentes ou que venham a existir em uma determinada atividade laboral, possibilitando dessa forma realizar a previsão de cenários futuros, antecipar acidentes, o reconhecimento das condições de trabalho, a probabilidade de ocorrência do risco e sua severidade (Gomes, 2017).

Apoiando-se em Kaplan e Garrick (1998), Gomes (2017), define a análise de risco como

um processo sistemático dividido em níveis ou etapas fundamentais, cujo objetivo é responder a algumas questões: O que pode ocorrer? O que pode sair errado? Qual a probabilidade de ocorrência do evento? Qual a severidade na ocorrência do evento? Quais as consequências? (Gomes, 2017, p. 26)

Os riscos identificados pela APR foram classificados a partir da compreensão Gomes (2017) da Norma Regulamentadora NR 9 do Ministério do Trabalho, a qual define os riscos em

- riscos físicos: se referem às diversas formas de energia a que podem estar expostos os trabalhadores em seus ambientes de trabalho.

- riscos químicos: se referem às substâncias, compostos ou produtos que podem penetrar no organismo pela via respiratória, ou que, pela natureza da atividade da exposição, podem ter contato ou ser absorvidas pelo organismo através da pele ou por ingestão.
- riscos biológicos: são originados a partir das bactérias, vírus, bacilos, protozoários e parasitas que podem atacar o ser humano (Gomes, 2017, p. 25).

Apoiando-nos no mesmo pesquisador, a utilização do termo risco ergonômico refere-se ao risco proveniente do ambiente não adaptado ao Homem. Como, por exemplo, o mobiliário (cadeiras, mesas e etc.) inadequado, ou ainda atividades que sobrecarregam física e mentalmente os trabalhadores (Gomes, 2017). Já em relação ao risco de acidente, Gomes (2017, p. 25) compreende-se que “é o risco ligado às características do ambiente de trabalho que podem causar lesões ao trabalhador”. A APR elaborada é apresentada a seguir.

Figura 1 — Análise Preliminar de Risco

Análise Preliminar de Risco - APR				Revisão:
Atividade: Preparação de aula prática de laboratório				Sim Não
Etapas das Atividades:	Perigos:	Riscos:	Danos:	Medidas de Prevenção/Recomendações:
Separação dos reagentes	Agentes químicos	Queda de material contato e inalação substâncias de químicas	Queimadura na pele e nos tecidos abaixo da pele	Fornecer e tornar obrigatório o uso de óculos de proteção, luvas de PVC, avental, bota ou calçados fechados e treinamento sobre o uso correto do EPI
Realização da Solução dos produtos químicos	Agentes químicos	Projeção de produtos químicos nos olhos, contato e inalação substâncias de químicas	Queimadura na pele e nos tecidos abaixo da pele, doenças respiratórias	fornecer e tornar obrigatório o uso de óculos de proteção, luvas de PVC, avental, bota ou calçados fechados e treinamento sobre o uso correto do EPI, Manipular os produtos na capela de exustão
Separações de equipamentos e vidrarias	material e vidrarias	Queda de material e vidrarias	Corte escoriação	Fornecer e tornar obrigatório o uso, luvas de PVC, bota ou calçados fechados e treinamento sobre o uso correto do EPI
lavar a vidraria apos a realização da aula	materiais e vidrarias	Projeção de produtos químico nos olhos, Contato e inalação de substancias químicas, Queda de material, postura inadequada	Queimadura na pele e nos tecidos abaixo da pele, doenças respiratórias, corte e escoriação, lesões posturais	Fornecer e tornar obrigatório o uso de óculos de proteção, luvas de PVC, avental, bota ou calçados fechados e treinamento sobre o uso correto do EPI, treinamento de manuseio manual adequado de carga
Guardar os materiais e organizar laboratório	materiais e vidrarias	Queda de materiais e vidrarias manuseio manual de carga	Corte e escoriações, Lesões posturais	Fornecer e tornar obrigatório o uso de óculos de proteção, luvas de PVC, avental, bota ou calçados fechados e treinamento sobre o uso correto do EPI e treinamento sobre prevenção de acidentes.
Responsável pela Elaboração: Pedro Silva, Adrian Adonias, Larissa Muniz, Iam Vitor				
Aprovação da APR - Data: Horário:				
Riscos Potenciais				
Físicos	Ergonomicos	Químicos	Biológicos	Acidentes
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Arquivo Institucional

2.3. Elaboração do projeto arquitetônico

Após o processo de levantamento da Análise Preliminar de Risco (Figura 1), a próxima etapa considerou o desenvolvimento de um projeto arquitetônico para os Laboratórios de Química da escola, embasando-nos nos riscos identificados por essa análise e nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego.

O laboratório da instituição em questão é um laboratório de nível de biossegurança 1, ou NB1, que diz respeito a manipulação de agentes de risco biológico 1 que são agentes com baixa probabilidade de contaminação de seres vivos, humanos e animais, que não exigem barreiras primárias e barreiras secundárias mínimas.

A partir dessa classificação e com base na pesquisa bibliográfica, identificamos, a partir Norma Regulamentadora NR-8, a qual dispõe sobre edificações e de Oliveira *et al.* (2007), que dispõe um guia para montagem, instalação e operação de laboratórios, a necessidade de critérios essenciais para o atendimento dessas normas, que serão discutidos mais detalhadamente no Capítulo 3 - Produto Educacional.

Além da NR – 8 e do embasamento de Oliveira *et al.* (2007), a partir dos riscos identificados pela APR, consultamos ainda a NR-6 que dispõe sobre a utilização de equipamentos de proteção individual – EPI; a NR-9, a qual dispões sobre a avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos; a NR-15, a qual diz respeito às atividades e operações insalubres e a NR-17, a qual dispões sobre ergonomia. A consulta foi realizada *online* no site do Ministério do Trabalho e Emprego³. Após esta etapa, procedemos à fase de elaboração do projeto.

Nesse intuito, a ajuda profissional foi requisitada e se encontrou essa ajuda na forma do curso de arquitetura do Centro Universitário UNIFACIG, faculdade privada localizada na cidade de Manhuaçu-MG, fundada em 2002, que colaborou na montagem de um projeto que englobasse todos esses requisitos mínimos do laboratório. Cabe destacar aqui, a importante compreensão de Glanzmann (2021, p. 26), em relação à elaboração de modelos para o planejamento de um laboratório.

Não existem normas rígidas ou modelo definido para o planejamento de um laboratório, porém alguns princípios devem ser seguidos na montagem

³ Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br>. Acesso em: 23 out. 2023.

desses espaços para garantia de segurança de seus usuários (ANDRADE, 2008; DEL PINO; KRÜGER, 1997). O prédio que abriga o laboratório deve ser construído com materiais não inflamáveis; ter, no mínimo, duas saídas por andar e por sala; salas grandes ou com grandes quantidades de líquidos inflamáveis ou reagentes tóxicos devem possuir mais duas saídas e devem dar acesso aos corredores de saída; todas as saídas devem ser sinalizadas. Os corredores devem ser espaçosos, livres de obstáculos e as portas devem abrir para o exterior. Os pisos e as escadas devem ser antiderrapantes, observando as características dos revestimentos de acordo com os produtos a serem utilizados no local. Deve haver ventilação adequada nos laboratórios para impedir acúmulo de substâncias tóxicas na atmosfera, além de possuir boa iluminação (ANDRADE, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O projeto (Apêndice D) foi elaborado sob a supervisão e coordenação do curso e protagonizado por dois estudantes, matriculados no 6º período do Curso de Arquitetura e Urbanismo e se deu com base nas NR's anteriormente citadas e no documento *Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação*, elaborado pelos membros integrantes da Comissão de Ensino Técnico do CRQ-IV (Oliveira, *et al.*, 2007). A análise desse documento, possibilitou identificar dentre outros aspectos, exigências mínimas, tais como:

- superfícies de material de fácil higienização;
- bancadas abertas, tendo em vista garantir maior facilidade de locomoção ou fuga no em caso de derramamentos e pequenos acidentes e facilitar o trânsito de materiais por sobre elas;
- pias próximas as bancadas, tendo em vista minimizar os riscos associados ao caso de derramamentos ou mesmo na necessidade natural de lavagem de materiais, garanto assim uma maior segurança, rapidez e facilidade;
- instalação de chuveiros de emergência e extintores de fácil acionamento e acesso para o caso de incêndio e acidentes;
- armários de reagentes devidamente identificados e separados por tipos, principalmente os inflamáveis.

Tendo em vista a sua concepção, foram promovidas reuniões com a equipe diretiva da escola, a coordenação do curso e os estudantes envolvidos e utilizados softwares, tais como AutoCAD®, SketchUp®, V-ray®, para possibilitar o desenho e visualização da planta, sua projeção e apresentação. O AutoCAD é um *software* usado para a elaboração de desenhos em 2D, para os primeiros estudos sobre disposição de *layout* e dimensionamento do espaço. É utilizado também na fase final, para elaboração de desenhos de detalhamento, desenhos técnicos, relacionados ao projeto executivo. O *SketchUp* é utilizado para elaborar maquetes eletrônicas,

tornando possível a visualização do espaço em 3D e o *V-ray* é utilizado para a produção das imagens a partir da maquete eletrônica, possibilitando maior compreensão dos espaços projetados por parte dos clientes. No capítulo a seguir discutimos com maior profundidade os aspectos considerados nesta etapa e apresentamos o projeto após sua elaboração.

CAPÍTULO 3 — PRODUTO EDUCACIONAL: PROJETO ARQUITETÔNICO

Conforme apontam as pesquisas sobre laboratórios de ensino de Ciências, verifica-se uma carência de literaturas específicas sobre esse assunto e a necessidade de aprimoramento e adequação dessas instalações, haja vista que, em grande parte dos casos, as instituições de ensino se estabelecem em instalações prediais que não foram originalmente construídas para essa finalidade (Oliveira, *et al.*, 2007).

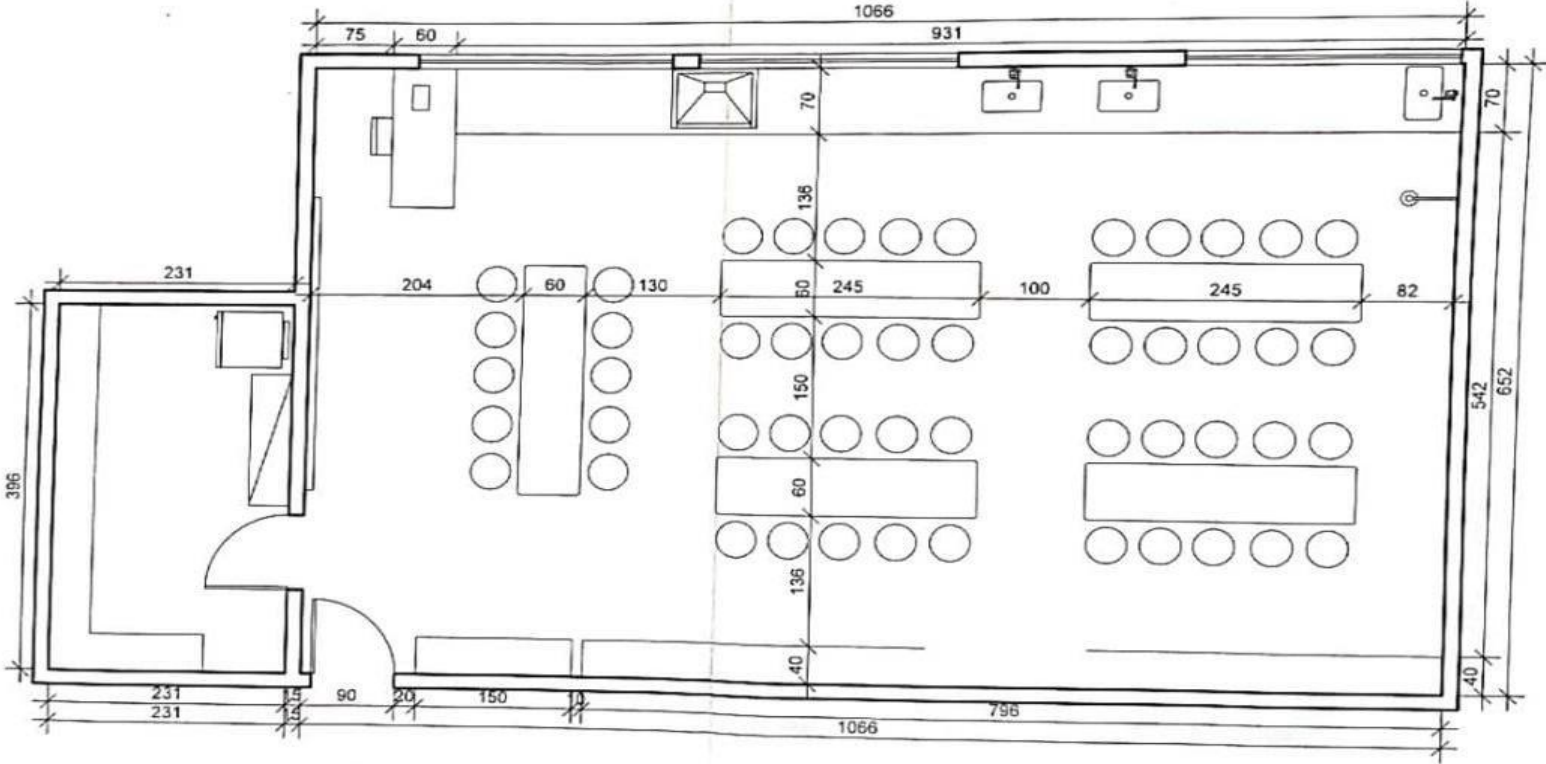
Nessa verificação, muitos são os obstáculos enfrentados na montagem dos laboratórios, percebidos em seus processos de ampliação ou reforma. Para Oliveira *et al.* (2007), uma das principais dificuldades decorre da necessidade em relação ao próprio cumprimento e adequação às normas de segurança atuais, principalmente quando os laboratórios são mais antigos. Os autores orientam que

A montagem do laboratório deve incluir todos os requisitos de segurança. Para tanto, é fundamental a elaboração de um projeto detalhado para que haja funcionalidade, eficiência, segurança e se minimizem futuras alterações. Assim, não podem ser desprezados itens como a topografia do terreno, orientação solar, ventos, segurança do edifício e do pessoal, bancadas, capelas, estufas, muflas, tipo de piso, materiais de revestimento das paredes, iluminação e ventilação do ambiente. Deve-se levar em consideração, ainda, a legislação referente aos portadores de necessidades especiais, conforme a LDB – Lei nº 9.394, de 20-12-1996, capítulo V, artigos 58 a 60. (Oliveira *et al.*, 2007, p. 1).

Ao considerarmos, portanto, a possibilidade de um projeto arquitetônico para os laboratórios do Ensino Médio é preciso observar, conhecer e praticar tais orientações. Reforça-se ainda essa importância, a partir da constatação de que muitos laboratórios do Ensino Médio e o da escola em questão, não são adaptados ou não possuem estrutura adequada para atender pessoas com deficiência, sinalizando a importante necessidade de adaptação e refletindo uma dificuldade dos laboratórios em reformas, no sentido de que tal atendimento necessita de investimentos que não são fáceis de adquirir.

Ao considerarmos tais dificuldades e pensando na definição de aparatos mínimos necessários para a realização de aulas experimentais nos Laboratórios de Química do Ensino Médio e, mais especificamente, da escola em questão, elaboramos o projeto (Apêndice D) a seguir.

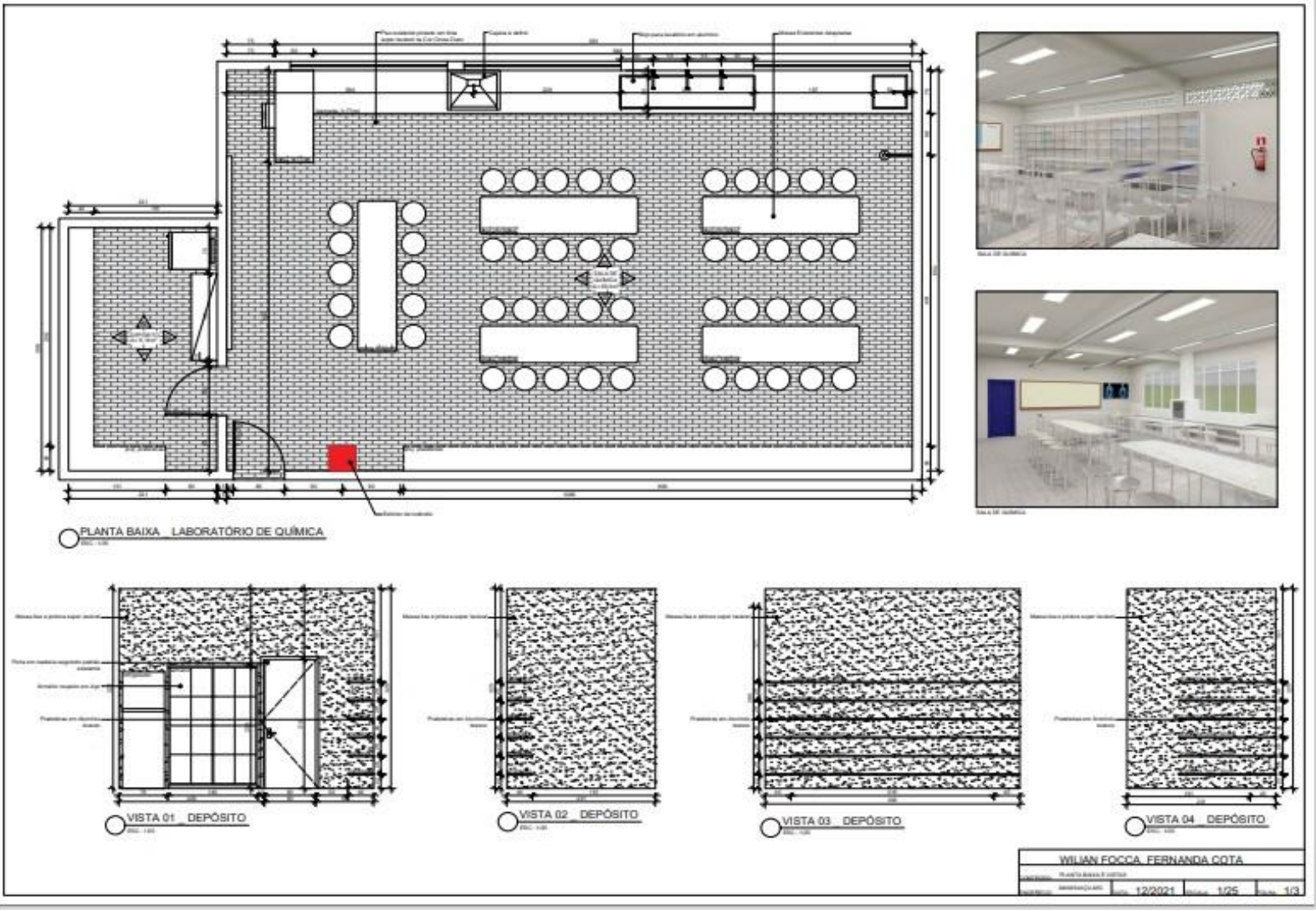
Figura 2 — Planta Baixa Laboratório de Química



Planta Baixa Sala de Química
Esc.: 1/50
Área: 78,7m²

Fonte: a autora

Figura 3 — Planta Baixa Laboratório de Química – Projeto Arquitetônico



Fonte: a autora

A Figura 3, apresenta a planta baixa do Laboratório de Química. O laboratório em questão possui uma área equivalente a 69,5 m² com um adicional de 9,14 m², referente ao depósito de materiais e substâncias, totalizando 78,64 m². A planta conserva ainda itens previamente existentes, desde a sua concepção inicial, tais como pisos, janelas, portas, bancadas e disposição das bancadas. A porta de saída e entrada, em madeira seguindo padrão existente, é a mesma e se encontra próxima à porta do depósito de materiais e substâncias.

Cabe destacar aqui que as normas de biossegurança estabelecem que deve haver uma porta de entrada e outra de saída e que, em situações em que há preocupação com a contenção de materiais perigosos ou agentes biológicos dentro do laboratório, como nos laboratórios de química, a abertura da porta deve ser voltada para fora e não para o interior. A abertura para fora visa ainda facilitar a evacuação em casos de emergência, especialmente se houver a necessidade de retirar rapidamente pessoas do laboratório (Oliveira *et al.*, 2007). Porém, devido a questões relacionadas às mudanças estruturais na construção original do prédio, a porta do laboratório em questão não sofreu alteração, visando preservar as características originais da edificação.

Observa-se ainda que o laboratório foi projetado para atender 40 estudantes, dispostos em fileiras de cinco bancadas com dez cadeiras cada, o que condiz com a média de alunos matriculados por sala no ensino público, garantindo, assim, maior segurança e conforto durante a realização das aulas.

As laterais foram destinadas às prateleiras em alumínio branco com portas de vidro temperado incolor, para armazenamento de vidrarias, substâncias e materiais e, também, para as bancadas e pias, confeccionadas em granito branco Siena estruturadas em alumínio. Ao lado da porta de entrada podemos verificar ainda a presença de um extintor de incêndio, equipamento utilizado para minimizar os riscos em relação aos agentes inflamáveis.

De modo geral, a NR – 8 enfoca os requisitos de segurança e saúde em ambientes de trabalho, que devem ser atendidos nas edificações para garantir segurança e conforto aos trabalhadores, estabelecendo diretrizes específicas. No que diz respeito à altura dos locais, é exigido que ela esteja em conformidade com os códigos de obras locais, atendendo também às normas técnicas oficiais e garantindo condições seguras, confortáveis e salubres.

Quanto à circulação, os pisos devem ser livres de saliências e depressões que possam prejudicar o deslocamento de pessoas ou a movimentação de materiais. No caso, do laboratório, o projeto mantém o piso existente, sugerindo a pintura em tinta super lavável na cor cinza claro. Para as paredes são sugeridos massa lisa e pintura super lavável.

Sobre os pisos, tetos e paredes, Oliveira *et al.* (2007), orientam que os pisos devem ser impermeáveis, antiderrapantes, resistentes tanto mecânica quanto quimicamente, e não apresentar saliências ou depressões capazes de prejudicar a circulação de materiais ou pessoas. As paredes devem ser do mesmo modo, impermeáveis, claras e foscas. Além disso, devem oferecer facilidade de limpeza e resistência ao fogo e às substâncias químicas. Os tetos, por sua vez, devem buscar atender ao isolamento térmico e acústico e serem projetados de forma a suportar luminárias e tubulações, por exemplo.

A NR — 8, enfoca ainda, no que concerne à proteção contra intempéries, as partes externas e divisórias entre unidades autônomas devem seguir normas técnicas relacionadas à resistência ao fogo, isolamento térmico, acústico, resistência estrutural e impermeabilidade.

Já em relação aos pisos e paredes devem ser impermeabilizados, protegendo-os contra umidade, enquanto as coberturas devem assegurar proteção contra chuvas. A partir de tais orientações, verifica-se, portanto, que as edificações laboratoriais devem ser projetadas de modo a adaptar-se às necessidades ambientais e às legislações tanto locais, quanto estaduais.

As imagens a seguir foram elaboradas de forma a permitir uma melhor visualização do projeto.

A Imagem 6, apresentada abaixo, nos permite a vista da lateral de entrada do laboratório, evidenciando a necessidade de armários para armazenamento dos reagentes e de mobiliários tais como, mesa, cadeiras e quadro, por se tratar de um laboratório de ensino e, também, de extintores de incêndio para prevenir riscos de acidentes relacionados às substâncias inflamáveis.

Oliveira *et al.* (2007), observam que os laboratórios deverão dispor de saídas suficientes para permitir que seus usuários possam abandoná-los com rapidez e segurança em caso de emergência. As portas deverão ainda possuir acabamento em material que retarde o fogo.

Como mencionado anteriormente, o projeto buscou conservar alguns itens previamente existentes, devido ao orçamento disponível para realização da reforma. Porém, não deixa de atentar-se para a minimização dos riscos e sua prevenção. Dessa forma as portas são em madeira seguindo padrão existente e para os armários roupeiro em aço.

Os quadros fixados na parede são da cor branca, sendo um já existente, no qual plotou-se uma Tabela Periódica e o outro foi fixado tendo em vista a exposição explicativa dos conteúdos das aulas.

Imagem 6 — Vista da lateral de entrada do laboratório



Fonte: a autora

Em relação ao mobiliário, Oliveira *et al.* (2007), embasando-se nas NR's 8 e 17, do MTE, comentam que as bancadas devem ser construídas de forma a minimizar os riscos ergonômicos, suportar o peso de materiais e equipamentos e ter as superfícies revestidas com materiais impermeáveis, resistentes a substâncias

químicas, lisos, sem emendas ou ranhuras. Devem considerar também a legislação para educação inclusiva de forma a atender às pessoas com deficiência.

Vista de outro ângulo, a Imagem 7, nos dá uma imagem voltada para a frente de entrada do laboratório e para bancadas laterais, com equipamentos como capelas⁴, Smart TV, a planta de iluminação, tubulações e duas das suas janelas. A porta azul, localizada ao lado do quadro, é uma sala de depósito e armazenagem de substâncias reagentes.

Imagem 7 — Vista da entrada frontal do laboratório



Fonte: a autora

Em relação à esta sala, orientam Oliveira *et al.* (2007) que

Critérios rígidos devem ser seguidos para armazenar produtos químicos variados. Deve-se levar em conta que produtos químicos podem ser: voláteis, tóxicos, corrosivos, inflamáveis, explosivos e peroxidáveis. Assim sendo, o local de armazenagem deve ser amplo, bem ventilado, preferencialmente com exaustão, dotado de prateleiras largas, seguras e instalações elétricas à prova de explosões. Se necessário refrigerador ou câmara de refrigeração, o

⁴ As capelas têm por finalidade possibilitar a realização de experimentos que têm como produtos gases ou vapores tóxicos, impedindo a contaminação do ar do laboratório (Oliveira, *et al.*, 2007).

equipamento deverá ser a prova de explosões, isto é, isento de faiscamentos elétricos na parte interna, como precaução contra explosões quando da necessidade de armazenar líquidos inflamáveis de pontos de fulgor abaixo de 36° C (Oliveira *et al.*, p. 4).

Tendo isso em vista, o projeto considerou para esta sala a seguinte estrutura, representada na Imagem 8, a seguir.

Imagem 8 — Vista interna da sala de depósito



Fonte: a autora

A figura a seguir, Imagem 9, nos dá uma visualização através das portas de entrada do laboratório, a qual está localizada ao lado da entrada da sala de depósito. A figura mostra ainda as pias, as quais de acordo com a recomendação da legislação também deverão ser construídas com material quimicamente resistente.

Imagem 9 — Vista das portas de entrada



Fonte: a autora

As Imagens 10 e 11, a seguir, nos dão uma dimensão mais ampla da vista de entrada. Podemos observar, ainda, as dimensões apresentadas nas imagens anteriores, com o adicional da instalação do chuveiro de segurança. Considerando a questão hidráulica necessária para o bom funcionamento desse item e também das pias, Oliveira *et al.* (2007, p. 5), orientam que “a tubulação para distribuição interna da água e escoamento dos efluentes diluídos deve ser projetada considerando os produtos que serão manuseados e a vazão necessária”, sendo construídos com material resistente e inerte quimicamente.

De acordo com essa orientação, ainda, os resíduos concentrados que apresentam elevada toxicidade, corrosão, inflamabilidade e corrosão não devem ser descartados diretamente na rede de esgoto, sendo necessário o seu recolhimento em recipientes específicos para posterior tratamento e destino final. Para isso, a legislação ambiental também deverá ser observada.

Imagem 10 — Vista do interior do Laboratório – Lateral I



Fonte: a autora

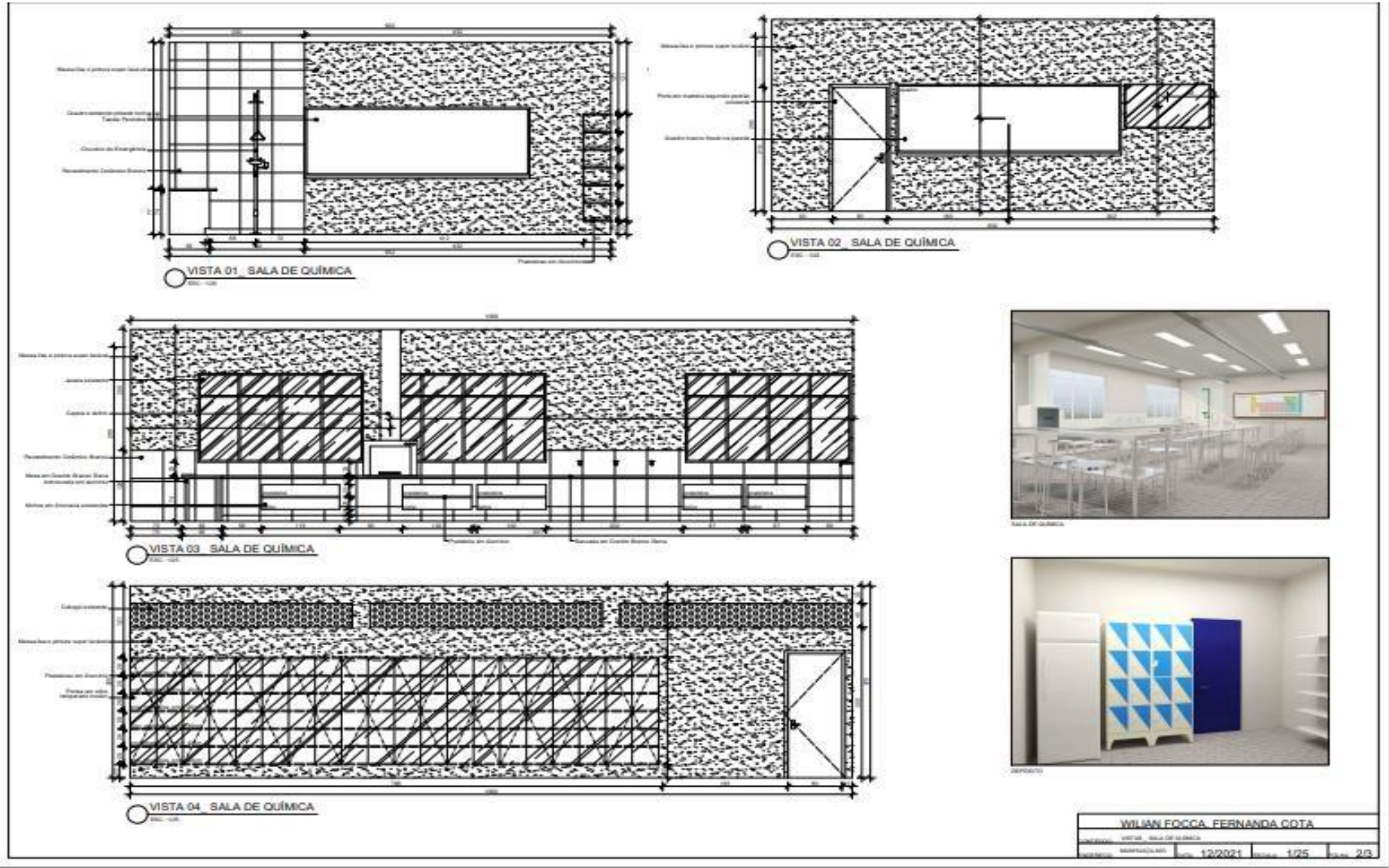
Imagem 11 — Vista do interior do Laboratório – Lateral II



Fonte: a autora

A próxima planta, Imagem 12 (vista com mais detalhes no Anexo D – Projeto Arquitetônico), nos dá uma ideia em relação às vistas representadas pelas imagens anteriormente apresentadas, especificando as dimensões, tipos de materiais, entre outros.

Imagem 12 — Planta - Vista da sala de Química



Fonte: a autora

CAPÍTULO 4 - BIOSSEGURANÇA APLICADA EM LABORATÓRIOS DO ENSINO MÉDIO

A elaboração da APR nos possibilitou verificar que professores, estudantes e toda a comunidade escolar da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, ao utilizarem os laboratórios estão expostos aos riscos ergonômicos, químicos e de acidentes, identificados e apresentados no Quadro 2.

A partir das Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho (NR) e da NR-9, do Ministério do Trabalho e Emprego, publicadas inicialmente em 8 de junho de 1978, através da portaria nº 3.124, compreende-se como riscos ambientais “os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador” (Ministério do Trabalho e Emprego, 2014). Em sua redação, a norma especifica ainda que

9.1.5.1 Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som.

9.1.5.2 Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

9.1.5.3 Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Para a elaboração da APR e da classificação dos riscos, foram consideradas ainda, as atividades mais comuns realizadas nesses laboratórios, tais como, separação dos reagentes no processo de planejamento das atividades; preparo das soluções a serem utilizadas nas aulas práticas; separações de equipamentos e vidrarias; limpeza, organização e manutenção do ambiente.

Como não foram verificadas atividades relacionadas às formas de energia que possam causar danos à saúde do trabalhador e dos estudantes, observamos que a ausência de riscos provenientes de agentes físicos se mostra em consonância com a conceituação especificada pela NR – 9 e evidencia que o levantamento dos riscos através da APR é uma ferramenta importante a ser considerada nos processos de montagem e utilização dos laboratórios.

Além disso, para cada atividade, refletiu-se sobre os perigos e analisou-se os possíveis riscos, evidenciando que os perigos mais comuns se referem às próprias substâncias (agentes químicos) e quanto aos próprios materiais e vidrarias. Esses riscos foram associados, no que se refere aos agentes químicos, à queda de material, contato, inalação e projeção de produtos químicos nos olhos e, no que se refere aos materiais e vidrarias, riscos provenientes da sua própria queda, à manipulação, contato e inalação de substâncias químicas utilizadas e quanto à adoção de posturas inadequadas.

Sobre esse assunto, Arruda (2015), embasada ainda na NR-9, ressalta a importância da utilização de equipamentos de proteção, da manutenção do ambiente limpo e arejado e do cuidado em relação a meios externos, argumentando que

Em um laboratório de química, há contato com agentes químicos constantemente, mas alguns fatores caracterizam o contato com as substâncias químicas como riscos à saúde e segurança, entre eles a concentração, índice respiratório, tempo de exposição e toxicidade. Além disso, algumas pessoas podem apresentar maior sensibilidade a algumas substâncias do que outras, necessitando então de uma análise qualitativa. Os riscos provenientes de agentes químicos podem ser evitados ou reduzidos com a utilização de equipamentos de proteção (Arruda, 2015, p. 18-19).

São considerados equipamentos de proteção, ou mais especificamente Equipamento de Proteção Individual (EPI), definidos pela NR-6, “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”. Como exemplos, podemos citar óculos de proteção, protetor facial e auricular, respiradores, luvas, vestimentas para a proteção de todo o corpo contra agentes químicos, entre outros. Os EPI 's diferem em relação à natureza da atividade laboral e aos riscos aos quais o trabalhador está submetido.

Considerando o baixo investimento governamental do país nas escolas em geral, salientamos a importância de se promover investimentos para aquisição, manutenção de equipamentos e garantia da segurança e efetivação das NR's estatais, sem o qual, a melhoria da qualidade educacional e a aprendizagem significativa proporcionada pela experimentação poderá ficar comprometida.

Em relação aos laboratórios de Química, a mesma autora, apoiando na definição de Verga Filho (2009) especifica

São denominados Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's) para uso em laboratórios "aqueles que quando bem especificados para as finalidades a que se destinam, permitem executar operações em ótimas condições de trabalho para o operador e demais pessoas no laboratório" (VERGA FILHO, 2009, p. 24). São exemplos de EPC's: capelas de uso geral, chuveiros de emergência, lava-olhos de emergência, caixa de areia, extintores e mantas corta-fogo (Arruda, 2015, p. 22).

Dessa forma, a utilização de EPI's tem como principal finalidade proteger os usuários e trabalhadores de laboratórios, garantindo sua saúde e integridade física. Considerando tal dimensão importante da atividade laboratorial, torna-se imperativo a utilização de jalecos, luvas e óculos de proteção durante a realização de aulas práticas pelos estudantes e além disso, o conhecimento e definição prévia dos riscos associados à atividade experimental anteriormente à sua realização para aquisição e integração de EPI's durante a aula, bem como acerca do seu uso correto.

Além da relevância associada a esses equipamentos, a NR-9 também exige a implementação de um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Esse programa deve incluir um planejamento anual que estabeleça metas, prioridades e um cronograma, além da definição de estratégias e metodologias de ação. Adicionalmente, o PPRA deve contemplar um sistema para registro, manutenção e divulgação dos dados, bem como especificar a periodicidade e a forma de avaliação do seu desenvolvimento.

O PPRA estipula a necessidade de elaboração e implementação por parte de todos os empregadores e instituições que empregam trabalhadores. Este programa tem como objetivo preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores, antecipando, reconhecendo, avaliando e controlando a ocorrência de riscos ambientais presentes ou potenciais no ambiente de trabalho. O PPRA também leva em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Destaca-se, ainda, que as iniciativas do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) devem ser implementadas no interior de cada estabelecimento, sendo de responsabilidade do empregador, com a participação ativa dos trabalhadores. A extensão e profundidade dessas ações devem estar em consonância com as características dos riscos identificados e as exigências de controle específicas.

A partir de tais orientações e discussões, podemos concluir que o trabalho em laboratórios e com a atividade experimental, não pode ser uma atividade isolada, mas que engloba diversos atores e regras que precisam ser devidamente incluídos e respeitadas no processo. Dessa forma, a simples existência do laboratório não pode

ser confundida com sua segurança e a sua utilização como espaço de aprendizagem, requer um trabalho atencioso de planejamento, elaboração e prevenção de riscos e acidentes por parte de todos os seus usuários.

Nessa direção, reforçamos a importância de obedecer e seguir tais normas, o que prevê ainda um trabalho de conscientização pelos professores com os seus alunos e com a comunidade escolar para garantir sua segurança e minimizar os riscos. Conforme ressaltam os estudos envolvendo as causas de acidentes em laboratório, a maioria desses acidentes nem sempre é provocada pelos riscos associados aos próprios agentes (físicos, químicos, biológicos), mas estão relacionados à conduta inadequada dos usuários.

Em se tratando de alunos do Ensino Médio, adolescentes em fase de desenvolvimento, e do atual cenário de indisciplina no contexto educacional, é ainda mais importante considerar e antecipar possíveis condutas que poderão ocasionar e favorecer esses riscos; promover e realizar uma boa gestão da aula; desenvolver e incentivar posturas adequadas ao ambiente laboratorial. Arruda (2015), sinaliza também a importância de se conhecer previamente o ambiente, as técnicas de manipulação e armazenamento de reagentes e resíduos, a utilização de equipamentos, e equipamentos de proteção individuais e coletivos.

Ainda no tocante à prevenção dos riscos, a APR realizada, observou que os riscos identificados têm como danos a possibilidade de queimaduras, desenvolvimento de doenças respiratórias, cortes, escoriações e lesões posturais, e propõe algumas medidas preventivas para minimizar sua possibilidade de ocorrência, tais como:

- utilização obrigatória do uso de óculos de proteção, luvas de PVC, avental/jaleco, bota ou calçados fechados;
- promoção de treinamentos sobre o uso correto de EPI's, treinamento sobre prevenção de acidentes e manuseio manual adequado de carga;
- manipulação obrigatória das substâncias mais voláteis na capela de exaustão;

Ao considerar esses fatores, percebemos ainda que os laboratórios deverão ser devidamente equipados com chuveiros, extintores e que o conhecimento da equipe em relação aos primeiros socorros e as normas relacionadas à sua utilização são de fundamental importância para impedir sua ocorrência ou danos mais graves. Dessa forma, os treinamentos, a conscientização e o incentivo a atitudes e condutas de cooperação são de extrema relevância para a segurança em laboratórios.

Observamos ainda que alguns materiais, devido ao seu elevado orçamento, são de difícil aquisição, o que coloca o professor diante do desafio de promover adequações nas práticas, minimizando custos, equipamentos e garantindo a realização de atividades experimentais e reforça a importância do investimento para a garantia não somente do seu funcionamento como também da educação enquanto direito.

Fica evidenciado, portanto, a importância de não somente investir em infraestrutura nas escolas, mas garantir seu funcionamento e manutenção de forma segura e responsável. A partir dessa análise da APR, podemos concluir, também, que os resultados construídos e elaborados pela participação ativa dos sujeitos envolvidos na pesquisa vão ao encontro não somente das questões relacionadas à biossegurança, como das normas regulamentadoras, evidenciando a importância da dimensão coletiva na segurança dos laboratórios, do conhecimento e prevenção acerca dos riscos, das normas e dos acidentes.

Dessa forma, a análise preliminar de risco possibilitou o alcance acerca do objetivo específico de identificar quais os riscos a que estão submetidos os professores de Química que utilizam os laboratórios no Ensino Médio, contribuindo para o desenvolvimento de uma compreensão na qual a biossegurança e a segurança em laboratórios deve ser vista como um processo preventivo, que envolve planejamento sistemático e continuado.

Considerando ainda que muitas edificações que abrigam atualmente os laboratórios de ensino não foram construídas para este fim, considerar tais aspectos se torna imperativo e, assim como nos aduz Arruda (2015), apoiando-se em Civile (2010) “desponta como preocupação prioritária: normas rígidas de segurança devem ser transmitidas a todos os usuários riscos” (Arruda, 2015, p. 21).

CONCLUSÕES

Na introdução desta pesquisa, buscamos apresentar as questões que a motivaram e como elas estavam vinculadas ao exercício profissional da pesquisadora e das mudanças curriculares no Estado de Minas Gerais, com base na política de fomento às escolas de tempo integral. Nesse cenário, a necessidade realizar aulas experimentais para os alunos do Ensino Médio aliada às condições de trabalho docente, nos levaram ao encontro da questão da segurança e da arquitetura dos laboratórios.

Na sequência, buscamos apresentar uma revisão de literatura sobre o papel e a importância da experimentação no ensino de ciências e a biossegurança aplicada aos laboratórios, evidenciando a dimensão de coletividade, das condutas adotadas e do planejamento para a garantia de segurança nos laboratórios.

Ressaltamos ainda as contribuições de diversos pesquisadores no campo do Ensino de Ciências, destacando a necessidade de superar os desafios educacionais da existência de um ensino carente de significado e sentido para os estudantes, a partir da preocupação com a qualidade da educação em ciências, o fracasso escolar e a rejeição dos alunos ao aprendizado científico.

A experimentação é discutida como alternativa para motivar e dar sentido ao aprendizado das ciências, destacando a importância de uma abordagem investigativa e cuidadosa na transposição didática, evitando a simplificação da experimentação como mera verificação. Defendemos uma postura na qual a experimentação é vista como uma oportunidade para os estudantes articularem fenômenos e teorias, explorarem o poder explicativo das ciências, desenvolverem o pensamento crítico e a participação ativa, tendo em vista o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem, fundamentais para o aprendizado das ciências.

Através da realização do estudo de caso e da pesquisa bibliográfica, foi possível analisar que para que o professor realize aulas práticas com segurança e autonomia, deverá além de possuir conhecimento acerca das normas de biossegurança, realizar um planejamento prévio do laboratório, conhecer os riscos oferecidos pelas substâncias que serão utilizadas, atentar-se para a prevenção de acidentes, considerando a sua possibilidade de ocorrência, e conhecer as características físicas do local em que as aulas serão realizadas.

Verificamos também que no que se refere às condições de trabalho e de realização de aulas práticas, é imperativo considerar o estabelecimento de um planejamento técnico desde a montagem do laboratório, manutenção durante seu uso e realização de adequações, caso necessário, visando maior segurança dos usuários, para os quais os investimentos e políticas em educação ocupam e desempenham um importante papel.

Por fim, consideramos ainda a dimensão coletiva na produção da construção do pensamento científico, ressaltando a importância e a relevância das parcerias realizadas para o alcance dos conhecimentos produzidos e evidenciamos a complexidade da ação docente dos professores, a qual além de possuir conhecimentos específicos relacionados à sua disciplina, deve dispor de um repertório mais amplo relacionado às diferentes questões colocadas pelos desafios e pela vivência cotidiana da profissão.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Camila Raquel Benevenuto de; DUARTE, Adriana Maria Cancellata. Educação em Tempo Integral no Ensino Médio: a experiência de Minas Gerais. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 48, e120376, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-6236120376vs01>. Acesso em: 29 nov. 2023.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Liberlivros, 2005.

ARRUDA, Heder Jobbins de. **Elaboração de Mapas de Riscos para os Laboratórios de Química da UTFPR – Câmpus Ponta Grossa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Química, Ponta Grossa, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16510/3/PG_COENQ_2015_2_04.pdf. Acesso em: 30 nov. 2023.

BAILÃO, *et al.* Regras de Biossegurança nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa das Escolas Públicas: Ensinar para Corrigir. *In*: VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS, VI SEMINÁRIO DO PIBID, I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA, 2018, Fortaleza; **Anais [...]**. Fortaleza: UEC, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2018/443-54149-30112018-231641.pdf>. Acesso em 15 nov. 2023.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. 21. ed. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAVALIERE, Ana Maria. Escola Pública de Tempo Integral no Brasil: Filantropia ou Política de Estado? **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 35, n. 129, p. 1205-1222, out.-dez., 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/Qg3Kydrq3nNyMJqYFrpkWcv/?format=pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

DEITOS, Greyze M. Palaoro. **Arquitetura Escolar**: um olhar para o ensino de Ciências. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) — Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3543/5/Greyze_Deitos2017.pdf. Acesso em: 29 nov. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**: Experimentação e Ensino de Ciências, v. 10, nov. 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GLANZMANN, Raquel Estefany Brugger. **Gestão de riscos em laboratórios de Química**: estudo em quatro laboratórios no Departamento de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora. 2021. Dissertação (Mestrado em Gestão e Avaliação da Educação Pública) — Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/13529/1/raquelestefanybruggerglanzmann.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GOMES, Márcio Ricardo Rodrigues. **Estudo da Viabilidade da Aplicação de Métodos de Análise de Risco em Laboratórios de Química**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/24411/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Márcio%20Ricardo.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2023.

KÜLL, Cláudia Roberta; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. A pesquisa no ensino de ciências e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Enseñanza de las Ciencias**. In: X CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2017, Sevilla, p. 5241-5245. **Anais [...]**. Disponível em: <https://www.ppgpe.ufscar.br/internacionalizacao/publicacoes-internacionais/a-investigacao-no-ensino-de-ciencias-e-o-desenvolvimento-de-habilidades-cognitivas-pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Manual de Biossegurança Laboratorial**. 4. ed. 2021. Disponível em: <https://www.cpqam.fiocruz.br/uploads/Arquivos/db4fddaa-a461-42fa-a738-8fc7cb83b701.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

OLIVEIRA, Marta Barros Leite de. **Guia de biossegurança e boas práticas laborais**. Petrolina: HU UNIVASF, 2020. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000018/000018f1.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

OLIVEIRA, *et al.* **Guia de Laboratório para o ensino de Química**: instalação, montagem e operação. Conselho Regional de Química: São Paulo, 2007.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas., 2003.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 06 – Equipamento de proteção individual. **Diário Oficial da União**. Brasília. 08 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/normas-regulamentadoras-nrs> . Acesso em: 01 dez. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 08 – Edificações. **Diário Oficial da União**. Brasília. 08 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/normas-regulamentadoras-nrs> . Acesso em: 01 dez. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 09 – Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos. **Diário Oficial da União**. Brasília. 08 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/normas-regulamentadoras-nrs> . Acesso em: 01 dez. 2023

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 17 – Ergonomia. **Diário Oficial da União**. Brasília. 08 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/normas-regulamentadoras-nrs> . Acesso em: 01 dez. 2023

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 15 – Atividades e operações insalubres. **Diário Oficial da União**. Brasília. 08 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/normas-regulamentadoras-nrs> . Acesso em: 01 dez. 2023

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**. 21. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

PENNA, P. M. M. *et al.* Biossegurança: uma revisão. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 555-565, jul./set. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/hqt8HGY9DP6zrbSFCKRz4jt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2023.

SANTANA, Salete de Lourdes Cardos. **Utilização e gestão de laboratórios escolares**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) — Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Feral de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6654/SANTANA%2c%20SALETE%20DE%20LOURDES%20CARDOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Apontamentos sobre a história do ensino de Química no Brasil. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDAMER Otavio Aloisio (org). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí. 2010, p. 51-75.

SICCA, Natalina Aparecida Laguna. Razões Históricas para uma Nova Concepção de Laboratório no Ensino Médio de Química. **Paidéia**, Ribeirão Preto, fev./ago. 1996. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/6rT4TZxs6PzFCpY5HHCxccc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2023.

SILVA, Roberto Ribeiro da Silva; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. Experimentar sem medo de errar. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDAMER Otavio Aloisio (org). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí. 2010, p. 231-261.

SOARES, Amanda Cibele. **A aprendizagem do adulto em produções bibliográficas nacionais**: contribuições para a formação de professores. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação) – Departamento de Educação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG: 2018. Disponível em: <https://www.poseducacao.ufv.br/wp-content/uploads/2012/02/AMANDA-CIBELESOARES1.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2023

THOMAZ, José Gomes. **A relação com o saber e a formação de professores das áreas de Ciências da Natureza e Matemática**: o que os estudos nos revelam. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação) — Departamento de Educação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2023. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/31671/1/texto%20completo.pdf> . Acesso em 01 dez. 2023.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio. A química escolar na relação com outros campos de saber. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDAMER Otavio Aloisio (org). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí. 2010, p. 101-130.

APÊNDICE A – Atividade – Análise Preliminar de Risco



TRABALHO DE QUÍMICA

2º SEGURANÇA DO TRABALHO 02

PROFESSOR: JOSÉ THOMAZ

Objetivo Geral:

- Conhecer e discutir aspectos relativos à segurança do trabalho nos laboratórios de Ciências Naturais.

Objetivos específicos:

- Conhecer e discutir aspectos relativos à segurança do trabalho nos laboratórios e, em particular, no laboratório de Ciências Naturais para aulas práticas do Ensino Fundamental e Médio da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho.
- Descrever, identificar e analisar os conceitos de riscos e danos e suas relações com o ambiente de trabalho no laboratório de Ciências Naturais da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho
- Definir, apresentar e indicar o uso adequado dos principais equipamentos e vidrarias que contribuem para a manipulação de substâncias e materiais e os principais símbolos de segurança nos laboratórios de Ciências Naturais.
- Elaborar um parecer técnico relativo à segurança do trabalho no laboratório de Ciências Naturais de uma Escola Estadual Mineira para aulas práticas do Ensino Fundamental e Médio.
- Elaborar uma cartilha sobre fundamentos em segurança do trabalho e técnicas em laboratório para professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio dessa mesma escola, observando os aspectos básicos e de procedimentos de rotina mais comuns vividos nesses laboratórios para aconselhar vivências seguras neste ambiente.

Leia o texto a seguir e faça o que se pede:

A palavra “laboratório” significa *labor* = trabalho + *oratorium* (ou oratorium) = local de reflexão. Portanto, laboratório refere-se a um local de trabalho e concentração, não necessariamente perigoso, desde que sejam tomadas certas precauções.

Os laboratórios das áreas químicas são locais onde podem ser encontrados tanto contaminantes de origem biológica quanto química e onde materiais inflamáveis e/ou tóxicos

são manuseados, dentre outros. Esta característica requer uma atenção especial e um comportamento adequado para reduzir ao mínimo o risco de acidentes.

Portanto, a observância das normas de segurança pessoal é importante para a integridade física das pessoas que atuam de forma permanente (professores e técnicos) ou eventual (pessoal de limpeza, alunos, etc.) nestes locais. Constantemente devem ser feitas avaliações de riscos e tomadas de medidas de controle que, rigidamente observadas, propiciam condições de trabalho em níveis de segurança adequados.

Adaptado de: FROTA, H. B. F. **Fundamentos de Segurança do trabalho e Técnicas em Laboratório.** Escola Estadual de Educação Profissional: Ceará, 2018. p. 3.

A partir da leitura do texto, é perceptível a importância da discussão e do conhecimento dos aspectos relativos à segurança do trabalho nos laboratórios e, em particular, nos laboratórios de Ciências Naturais/Química. Tendo isso em vista, você foi contratado como técnico em segurança do trabalho para elaborar um parecer técnico relativo à segurança do trabalho no laboratório de Ciências Naturais de uma Escola Estadual Mineira que oferece aulas práticas para alunos do Ensino Fundamental e Médio. Além disso, a pedido da direção da escola, você deverá elaborar com base em seu parecer uma cartilha instrutiva sobre fundamentos em segurança do trabalho e técnicas em laboratório para os professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio dessa mesma escola, observando os aspectos básicos e de procedimentos de rotina mais comum vividos nesse laboratório, tendo em vista aconselhar vivências mais seguras neste ambiente.

Bom Trabalho!

APÊNDICE B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE DADOS - ESCOLA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

Eu, João Paulo Cordeiro de Castro, portador do CPF 075.411.836-36 representando a Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, do município de Manhuaçu, autorizo Marcela Moreira Alvarenga Mendes, portadora do CPF 089.269.466-14 a publicar os dados necessários relacionados a escola e seu trabalho " BIOSSEGURANÇA APLICADA EM UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA NA ESCOLA PÚBLICA: APARATOS MÍNIMOS PARA ADMINISTRAÇÃO DE AULAS PRÁTICAS", incluindo fotos, plantas e qualquer dado indispensável para o aceite do trabalho no trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Química (PROFQUI) da Universidade Federal de Viçosa.

Assinatura manuscrita em azul de João Paulo Cordeiro de Castro.

Nome da pessoa responsável por assinar

João Paulo Cordeiro de Castro
MASP- 1190016-4
Diretor Nomeado 13/07/2023




**APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE DADOS -
UNIFACIG**

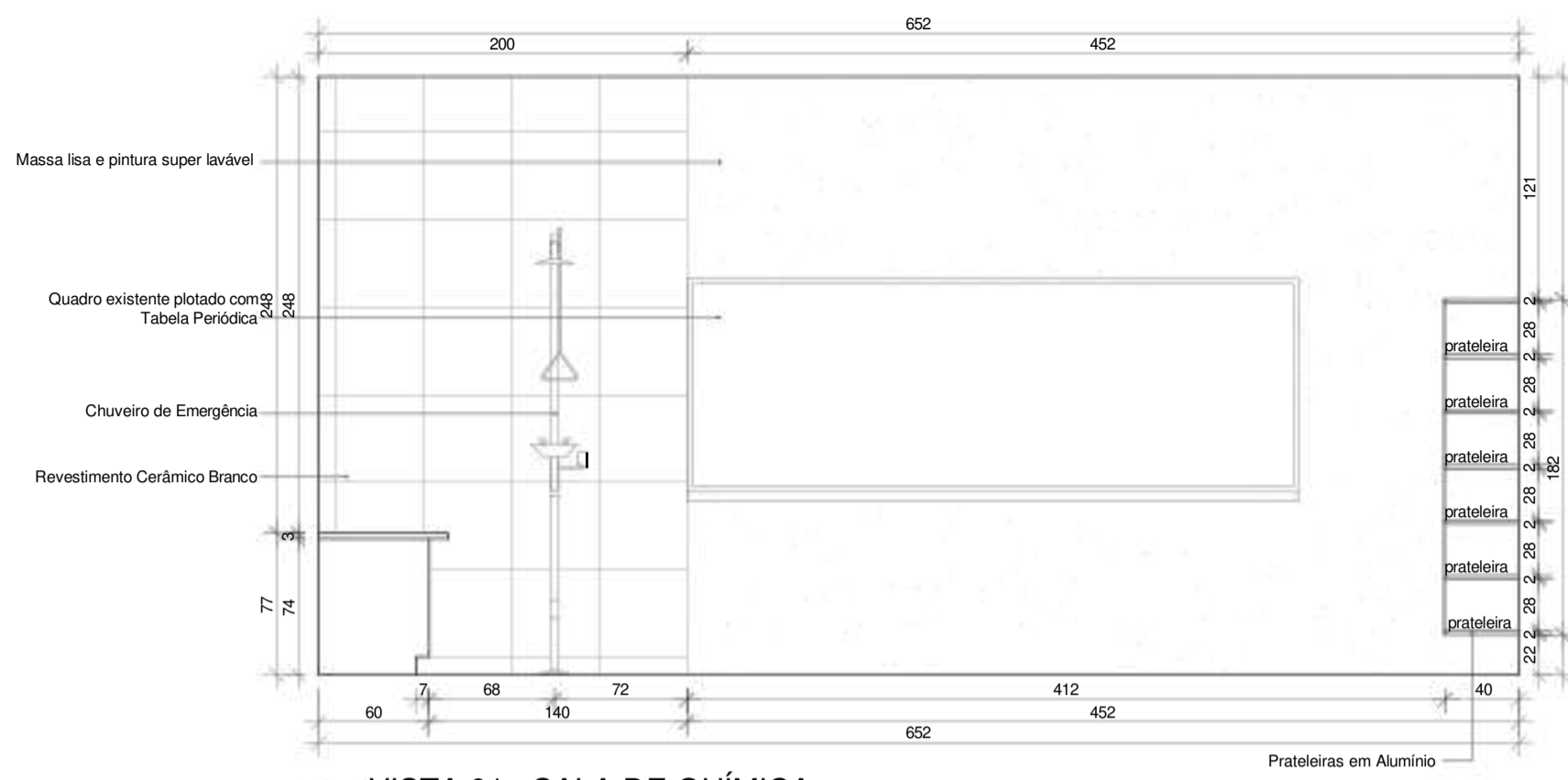


UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

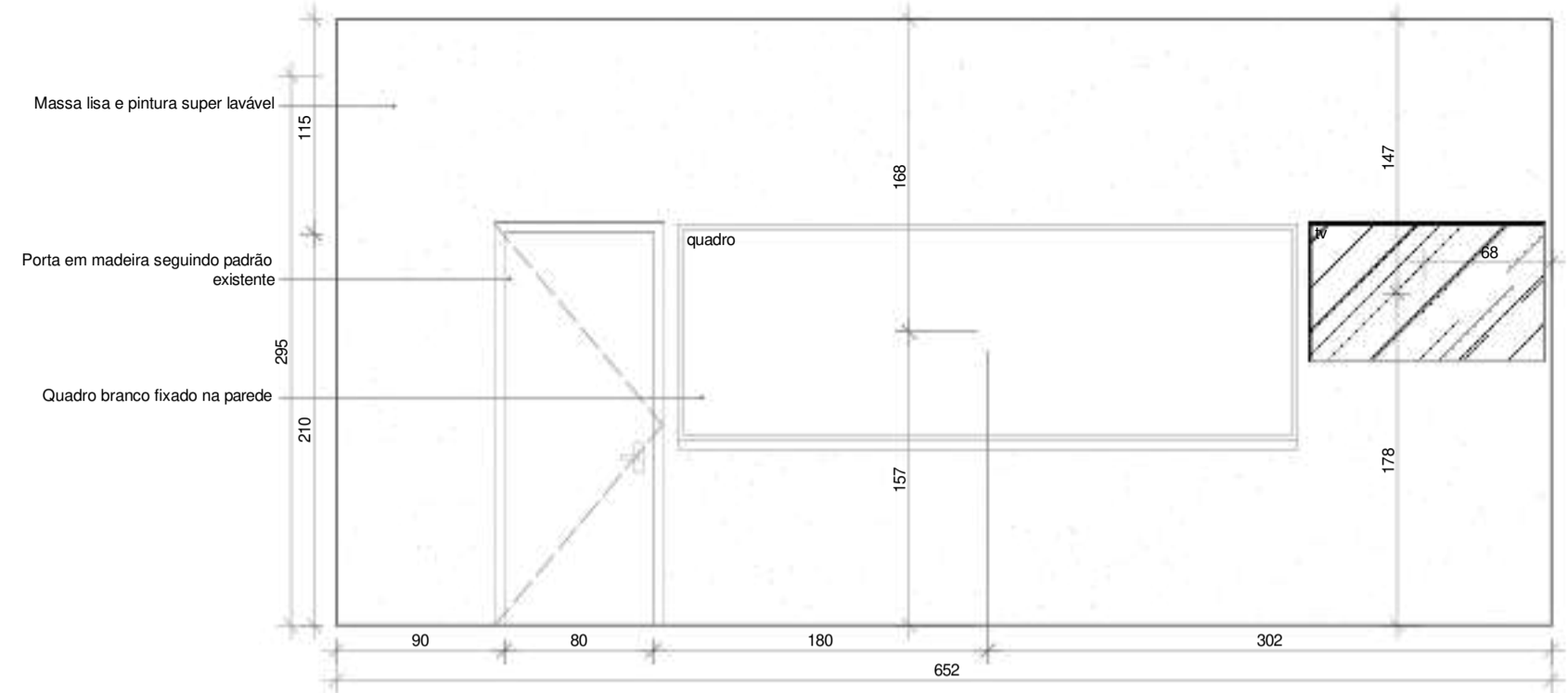
Eu, Fernanda Cota Trindade, CPF 08715031667, professora da faculdade UNIFACIG, autorizo a divulgação dos dados e plantas solicitados por Marcela Moreira Alvarenga Mendes, 089.269.466-14, para a revitalização do laboratório da Escola Estadual Maria de Lucca Pinto Coelho, utilizados na dissertação do Mestrado Profissional em Química (PROFQUI) da Universidade Federal de Viçosa.


Assinatura do responsável

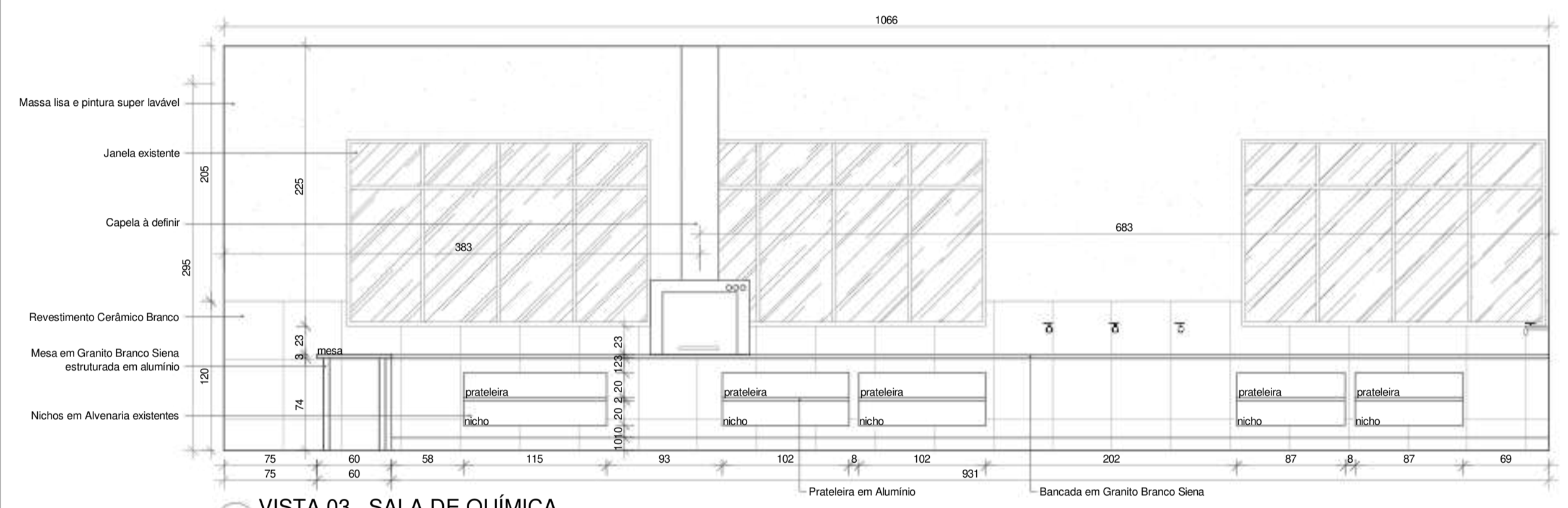
APÊNDICE D – PROJETO ARQUITETÔNICO



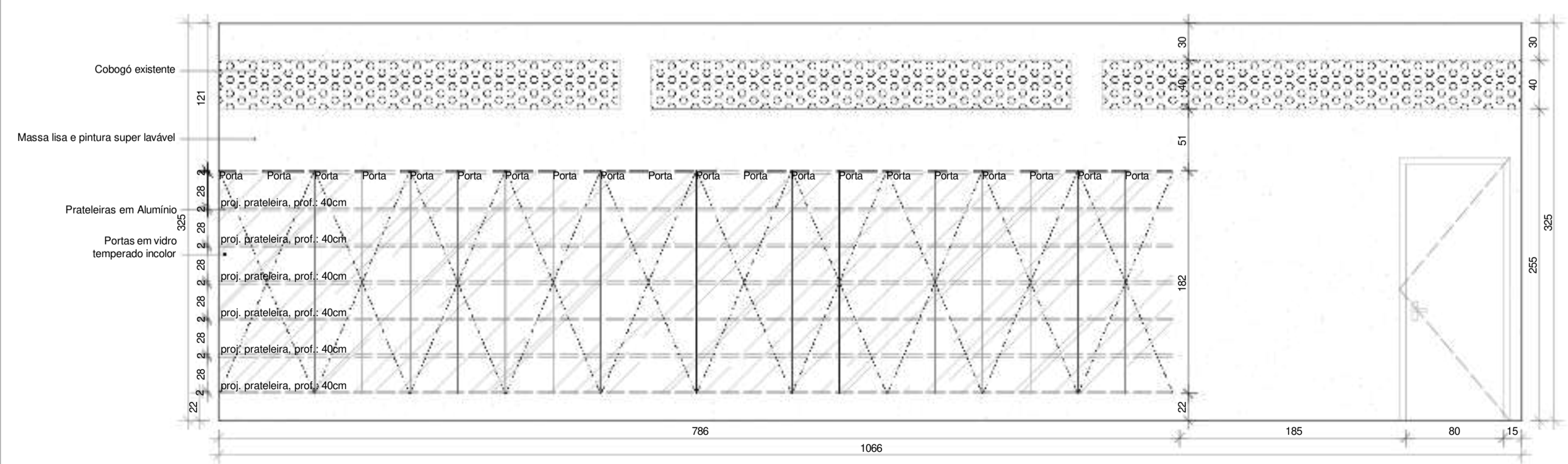
VISTA 01_ SALA DE QUÍMICA
ESC.: 1/25



VISTA 02_ SALA DE QUÍMICA
ESC.: 1/25



VISTA 03_ SALA DE QUÍMICA
ESC.: 1/25



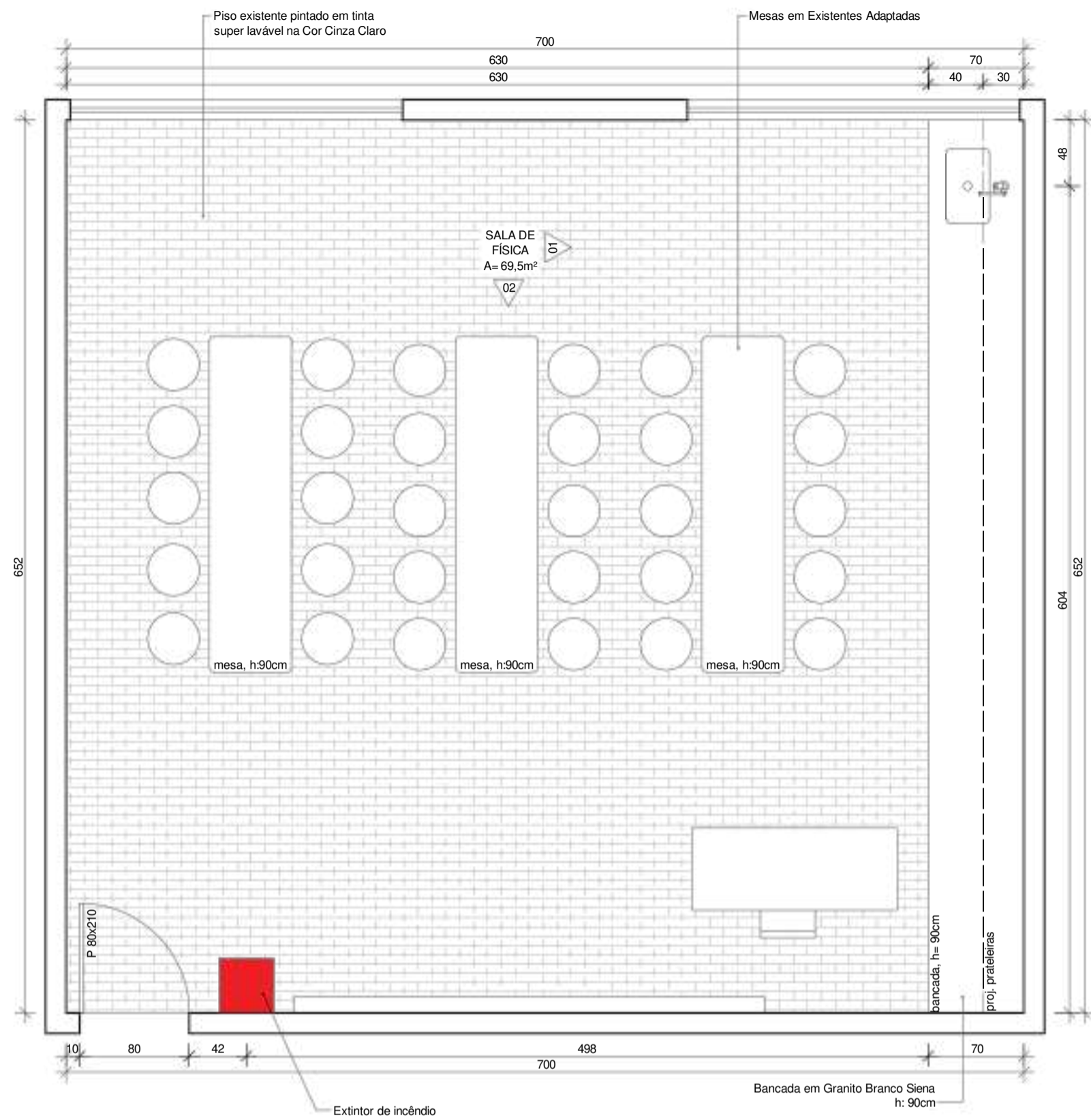
VISTA 04_ SALA DE QUÍMICA
ESC.: 1/25



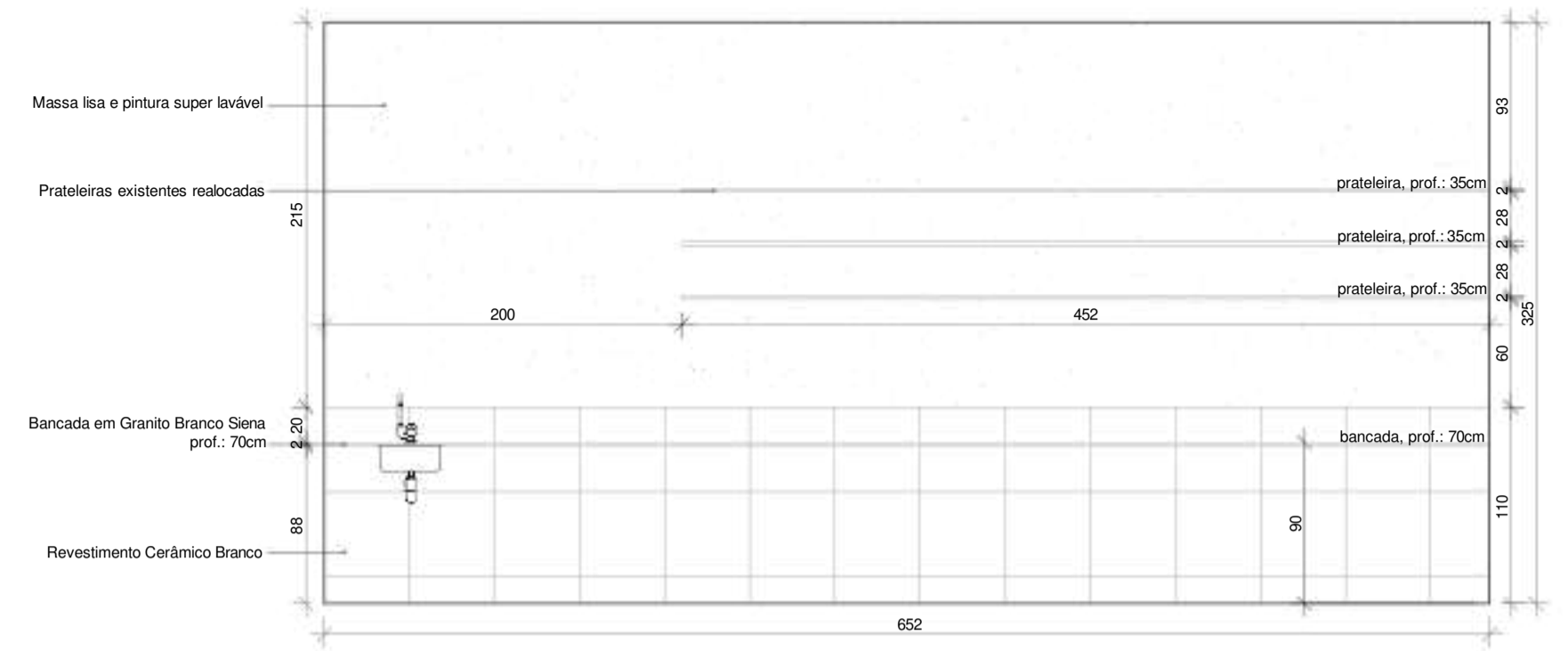
SALA DE QUÍMICA



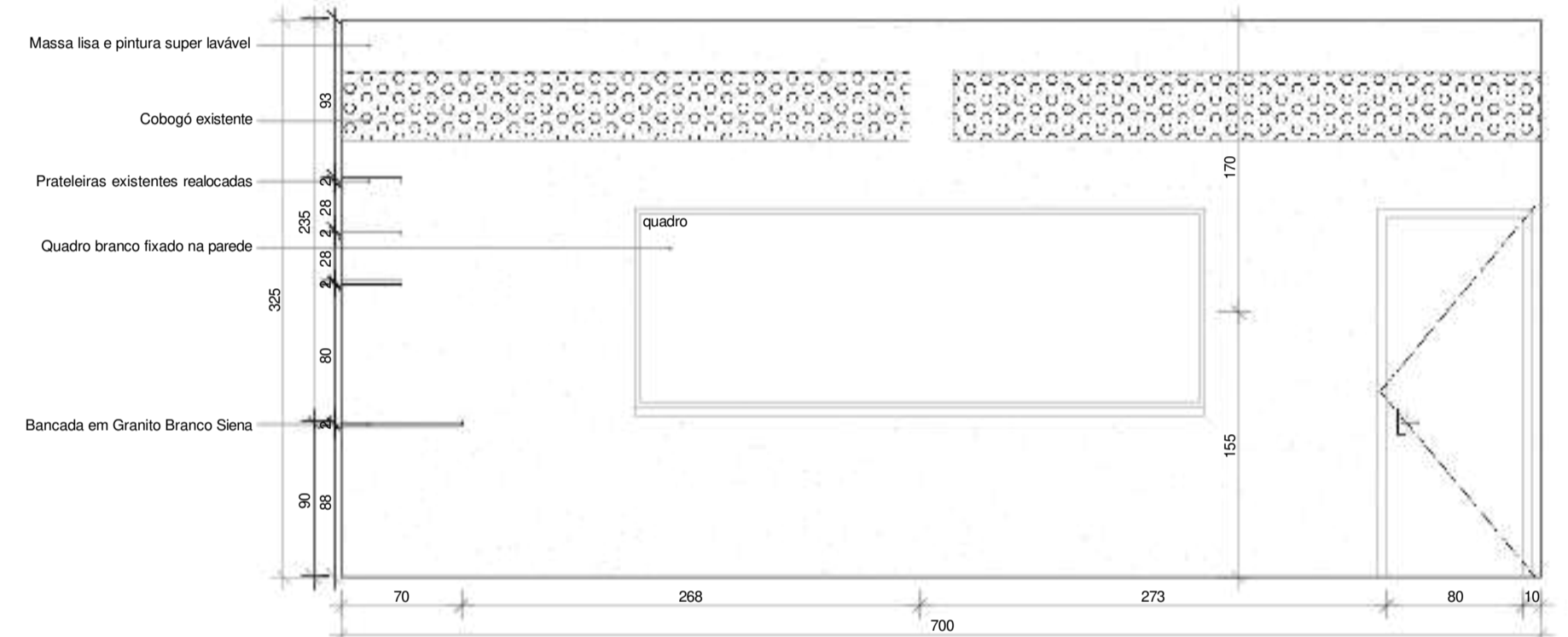
DEPÓSITO



PLANTA BAIXA _ LABORATÓRIO DE FÍSICA
ESC.: 1/25



VISTA 01_ SALA DE FÍSICA
ESC.: 1/25



VISTA 02_ SALA DE FÍSICA
ESC.: 1/25

