

UFSCar – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCET – CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DQ – DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Wellington Moreira Pio

Gestão de Resíduos com Implementação da Ferramenta 5S em Laboratório
de Pesquisa Acadêmica e Extensionista

São Carlos-SP

2025

Wellington Moreira Pio

Gestão de Resíduos com Implementação da Ferramenta 5S em Laboratório
de Pesquisa Acadêmica e Extensionista

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento
de Química da Universidade
Federal de São Carlos, para
obtenção do título de Bacharel
em Química

Orientador: Prof. Dr. Gustavo
Silveira de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Márcio
Weber Paixão

São Carlos

2025



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - DQ/CCET

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518206 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 22/2025/DQ/CCET

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso

Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)

FOLHA DE APROVAÇÃO

WELLINGTON MOREIRA PIO

GESTÃO DE RESÍDUOS COM IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S EM LABORATÓRIO DE
PESQUISA ACADÊMICA E EXTENSIONISTA

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos

São Carlos, 14 de fevereiro de 2025

ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientador	Prof. Dr. Gustavo Silveira de Oliveira
Membro da Banca 1	Profa. Dra. Luciane Fernandes de Goes Bazetti
Membro da Banca 2	MSc. Rafael Rodrigues Esteves



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Samuel Schwab, Professor(a)**, em 10/07/2025, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1915103** e o código CRC **C2947409**.

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.001933/2024-38

SEI nº 1915103

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019

DEDICATÓRIA

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Pai Olorum e a Oxalá por todas as bênçãos que tenho recebido. Poucos sabem tão bem quanto eles o quão árduo foi o caminho até aqui. Em diversos momentos, pensei em desistir, mas minhas entidades sempre estiveram ao meu lado, fortalecendo meu espírito para que meu corpo não sucumbisse diante dos desafios. Sou imensamente grato por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim, permitindo-me evoluir tanto como pessoa quanto como médium. Neste processo, minha família, meus amigos e minha namorada foram fundamentais, sempre me incentivando a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades. Encontrei forças para perseverar e concluir aquilo que sempre foi meu sonho: minha graduação. Alguns amigos seguiram outros caminhos, enquanto novos chegaram, cada um com sua própria jornada. No entanto, todos deixaram sua marca nesta trajetória. Em especial, agradeço aos meus amigos da **Família Bavaria Troll House**, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis, trazendo alegria e me fazendo acreditar que tudo era possível. Mesmo à distância, sei que posso contar com vocês. Seria difícil citar todos os que fizeram parte dessa caminhada, mas expresso, de coração, minha gratidão a cada um.

Que Pai Oxalá abençoe a todos. Muito Axé!

“**Se Eu Fosse Só**”. Este ponto representa, em palavras, tudo o que passei.

Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

Ao longo dessa caminhada, tive o privilégio de conhecer grupos e pessoas incríveis que contribuíram significativamente para que este momento se tornasse realidade. Agradeço imensamente ao grupo RMN, pelas conversas, pelos aprendizados compartilhados e pelas críticas construtivas que tanto colaboraram para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Expresso também minha sincera gratidão à AFINKO Polímeros, à Central Analítica e ao MWP Group pela confiança depositada no meu trabalho, especialmente nos momentos em que, diante das adversidades, até eu mesmo cheguei a duvidar do meu potencial. Só eu sei o quanto certas pessoas foram essenciais nessa trajetória. Sem elas, talvez eu não tivesse conseguido seguir em frente. Sei que não seria possível nomear todos aqui, mas reservei este espaço com muito carinho para homenagear algumas dessas pessoas maravilhosas: Maria Carosio (Gabi), Marília Vilela Salvador, Rafael Esteves, Paula Scaraboto Penteadó, Leonard Arabe, Ana Carolina Rangel, Víctor Gustavo Savaga Elias, Felipe Madalena, Dorai Periotto Zandonai, Patrícia Medeiros, Dona Vilma, Max Matheus De Paula Carmelo, Raphael Francisco Moreto, Marcio Weber Paixão, Wilson Tiago da Fonseca, Wystan Kreisly Othon Teixeira, Gabriela Porto de Oliveira e José Antônio Campos Delgado . Em especial, gostaria de agradecer a uma pessoa extraordinária, que me acompanha desde 2019, quando ingressei no laboratório de RMN. Luciana Vizotto sempre acreditou no meu potencial, mesmo quando eu mesmo já havia desistido de tudo. Passamos por muitas discussões construtivas até alcançar resultados satisfatórios para ambos. No dia seguinte, já estávamos rindo das dificuldades e colocando em prática nossas ideias. Ao longo do tempo, ganhei não apenas uma mentora, mas uma grande amiga ou até uma irmã mais velha que soube me puxar para a realidade nos momentos mais difíceis e me impediu de desistir. Muito obrigado, Luciana, por todas as conversas, puxões

de orelha e, principalmente, pelas risadas. Os desafios enfrentados foram, sem dúvida, aprendizados essenciais para meu amadurecimento e para que eu pudesse chegar até aqui

RESUMO

A gestão de resíduos em laboratórios químicos é um desafio essencial para garantir a segurança dos trabalhadores e minimizar impactos ambientais. Este trabalho tem como objetivo aprimorar o gerenciamento de resíduos em um dos laboratórios de pesquisa e extensão do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (DQ-UFSCar), por meio da implementação da metodologia 5S. O trabalho foi conduzido por meio de um estudo de caso, analisando a situação inicial do laboratório e propondo melhorias baseadas na organização, descarte adequado e padronização de processos. Foram observados problemas como acúmulo de resíduos sem identificação, armazenamento inadequado de materiais e falta de protocolos padronizados para o descarte. A aplicação da metodologia 5S proporcionou um ambiente mais organizado, seguro e eficiente, reduzindo riscos químicos e aumentando a produtividade dos pesquisadores. Os resultados demonstraram que pequenas mudanças estruturadas podem gerar impactos positivos significativos, tornando o laboratório um modelo para outros ambientes acadêmicos que busquem práticas mais sustentáveis e organizadas.

Palavras-chave: Gestão de resíduos; Metodologia 5S; Sustentabilidade; Segurança.

ABSTRACT

Waste management in chemical laboratories represents a critical challenge to ensuring the safety of personnel and minimizing environmental impacts. This study aims to enhance the waste management practices in one of the research and extension laboratories of the Department of Chemistry at the Federal University of São Carlos (DQ-UFSCar) through the implementation of the 5S methodology. The research was conducted as a case study, assessing the laboratory's initial conditions and proposing improvements focused on organization, proper waste disposal, and process standardization. The analysis identified several issues, including the accumulation of unidentified waste, improper storage of materials, and the absence of standardized disposal protocols. The implementation of the 5S methodology contributed to creating a more organized, safer, and more efficient laboratory environment, reducing chemical hazards and improving researchers' productivity. The results demonstrate that minor but systematic structural changes can generate significant positive impacts, positioning the laboratory as a reference model for other academic environments seeking more sustainable and organized operational practices.

Keywords: Waste management; 5S methodology; Sustainability; Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Resíduos classe 1	19
Figura 2: Resíduos classe IIA.....	21
Figura 3: Resíduos Classe IIB	22
Figura 4:Diamante / Disco de Hommel	28
Figura 5: Pictograma de perigo a ambiente aquático.....	30
Figura 6: Exemplos de pictograma.	31
Figura 7: Organograma de descarte Químico da UFSCar	33
Figura 8: Esquema para classificação de itens necessários e desnecessários.....	38
Figura 9:Programa 5S.....	44
Figura 10: Sujeira incrustada no chão e geladeira.....	49
Figura 11: Capela com excesso de vidraria, desorganizada e jaleco com falta de higiene.	50
Figura 12: Armazenamento de descarte em local impróprio	51
Figura 13: Exemplo de etiqueta de identificação de descarte.	52
Figura 14: Capelas com problema de exaustão e sendo utilizada como armazenamento de resíduos.....	53
Figura 15: Frasco de reagente acumulados e sem utilização, caixa com vários resíduos no estoque de reagentes	54
Figura 16: Sala de quadro de energia com descarte	55
Figura 17: Local após a remoção dos resíduos.....	57
Figura 18: Resíduos separados de acordo com sua propriedade e com identificação correta	59
Figura 19: Resíduos removidos	60
Figura 20:Recorte do cronograma de tarefas semanal referente ao mês de fevereiro do ano de 2025	61

Figura 21: Identificação dos recipientes de uso de solvente e soluções e identificação adequada do descarte.....	62
Figura 22: Identificação dos armários.....	63
Figura 23: Melhorias do laboratório 1	66
Figura 24: Falta de limpeza no laboratório 1	67
Figura 25: Falta de limpeza no Laboratório 2	68
Figura 26: Limpeza de capelas, bancadas e equipamentos.....	69
Figura 27: Capelas, equipamento, vidraças e bancadas limpas do Laboratório 2	70
Figura 28: Corredor externo e o piso interno do laboratório 1	71
Figura 29: Piso do laboratório 2	71
Figura 30: Jalecos sem asseio	73
Figura 31: Capela com produtos que não estão sendo usado no trabalho	74
Figura 32: Mancha na bancada de produto desconhecido e galão sem identificação	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos resíduos segundo critérios estabelecidos pela ABNT	19
Tabela 2: Divisão dos resíduos de acordo com sua Origem (Contínua)	22
Tabela 2: Divisão dos resíduos de acordo com sua Origem (Contínua)	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados da Aplicação do Método 5S no Laboratório.....	77
Gráfico 2: Aplicação do Seiri	78
Gráfico 3: Aplicação do Seiton.....	79
Gráfico 4: Aplicação do Seiso	80
Gráfico 5: Aplicação do Seiketsu.....	81
Gráfico 6: Aplicação do Shitsuke	81

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- CCET** – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia;
- CEMA** – Coordenadoria Especial para o Meio Ambiente;
- CNEN** – Comissão Nacional de Energia Nuclear;
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente;
- CPqMAE** – Centro de Pesquisas em Materiais Avançados e Energia
- DeGR** – Departamento de Gestão de Resíduos;
- DQ** – Departamento de Química;
- EPC** – Equipamento de Proteção Coletiva;
- EPI** – Equipamento de Proteção Individual;
- FISPOQ** – Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos;
- GHS** – Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos;
- TQC** – Controle de Qualidade Total
- NR01/UGR** – Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos
- NBR** – Norma Brasileira;
- NFPA** – *National Fire Protection Association*;
- PNRS** – Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- PEPS** – Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair
- RSS** – Resíduos de Serviços de Saúde;
- SGAS** – Secretaria Geral de Gestão Ambiental e Sustentabilidade;
- UFSCar** – Universidade Federal de São Carlos;
- UGR** – Unidade de Gestão de Resíduos;

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS	16
2.1. Gestão de Resíduo	16
2.1.1. Resíduos e suas Classificações	18
2.1.2. Resíduos Químicos	24
2.1.3. Equipamentos de segurança.....	27
2.1.4. Identificação	28
2.2. Metodologia 5S	35
3. OBJETIVO.....	45
4. METODOLOGIA	46
5. ESTUDO DE CASO	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
6.1. Aplicação do senso de Organização (<i>SEIRI</i>)	57
6.2. Aplicação do senso de ordenação (<i>SEITON</i>).....	61
6.3. Aplicação do Senso De Limpeza (<i>SEISO</i>).....	67
6.4. Aplicação do senso de asseio (<i>SEIKETSU</i>).....	72
6.5. Aplicação do senso da auto disciplina (<i>SHITSUKE</i>)	75
6.6. Pesquisa de percepção das mudanças causadas pela aplicação da metodologia 5S	77
7. CONCLUSÃO	83
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	84
9. ANEXO 1	89
10. ANEXO 2.....	91

1.INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades laboratoriais no âmbito acadêmico e extensionista, especialmente nas ciências químicas, tem gerado um volume expressivo de resíduos, muitos dos quais são classificados como perigosos em função de suas propriedades físico-químicas. Diante desse cenário, a gestão adequada de resíduos laboratoriais torna-se essencial para garantir a segurança dos usuários e a preservação ambiental, além de assegurar o cumprimento das exigências legais estabelecidas por órgãos reguladores.

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010 e do Decreto nº 7.404/2010, estabeleceu diretrizes claras para o gerenciamento de resíduos no Brasil, reforçando a necessidade de implementação de práticas sustentáveis e eficazes de destinação final. A PNRS diferencia resíduos de rejeitos e introduz uma terminologia padronizada que facilita a comunicação entre instituições e órgãos fiscalizadores. Ainda assim, a realidade de muitos laboratórios, inclusive em ambientes acadêmicos, revela falhas na segregação, identificação e destinação dos resíduos gerados, comprometendo tanto a segurança ocupacional quanto o desempenho das atividades científicas (1,2).

A metodologia 5S, desenvolvida no Japão no contexto do Sistema de Qualidade Total, é amplamente reconhecida por promover melhorias na organização, limpeza e disciplina nos ambientes de trabalho. Essa abordagem se fundamenta em cinco princípios: Seiri (utilização), Seiton (ordenação), Seiso (limpeza), Seiketsu (padronização) e Shitsuke (autodisciplina), sendo aplicada com sucesso em diversos setores produtivos e, mais recentemente, em laboratórios científicos e institucionais (3).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal aprimorar o sistema de gestão dos resíduos em dois laboratórios vinculados ao Departamento de

Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), por meio da implementação da metodologia 5S. Por questões de confidencialidade e ética institucional, os espaços analisados foram identificados neste estudo como Laboratório 1 e Laboratório 2. A proposta incluiu a análise das práticas anteriores à intervenção, a aplicação dos sensores da metodologia 5S e a avaliação dos resultados obtidos após sua implementação. Os resultados obtidos visam contribuir para o desenvolvimento de um modelo replicável de gestão de resíduos, pautado pela segurança, sustentabilidade e eficiência no ambiente acadêmico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS

2.1. Gestão de Resíduo

Desde a pré-história, os seres humanos já realizavam o descarte de resíduos, eliminando restos de alimentos e dejetos de forma desordenada, muitas vezes diretamente em rios, lagos e florestas. Com a transição do nomadismo para o sedentarismo e o surgimento de comunidades fixas, houve um aumento expressivo na geração de resíduos, o que favoreceu a proliferação de pragas, doenças e epidemias, como peste negra, cólera, febre tifoide e peste bubônica (4). Essas enfermidades, responsáveis pela morte de milhares de pessoas, evidenciaram a necessidade urgente de estratégias de manejo sanitário mais eficazes. No entanto, devido ao conhecimento científico ainda limitado, as primeiras medidas adotadas como os sistemas rudimentares de esgoto e os lixões a céu aberto mostraram-se ineficazes. Essas práticas contribuíram para a contaminação do solo, dos lençóis freáticos e dos corpos hídricos, ampliando os danos ambientais e os riscos à saúde pública (4).

Com o avanço tecnológico e o crescimento populacional ao longo do século XX, a produção de resíduos aumentou exponencialmente. A intensificação do consumo de produtos industrializados, a popularização das embalagens plásticas e a utilização crescente de substâncias químicas intensificaram os impactos ambientais causados pela má gestão dos resíduos (5). Somente nas últimas décadas, impulsionadas pelas discussões em torno da sustentabilidade e das mudanças climáticas, é que houve maior conscientização sobre a necessidade de práticas eficazes de gestão de resíduos, buscando equilibrar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental (6).

No cenário atual, o Brasil com uma população superior a 210 milhões de habitantes é um dos maiores geradores de resíduos sólidos do mundo, com produção anual estimada em cerca de 80 milhões de toneladas (7). Apesar da existência de leis, normativas técnicas e tecnologias que permitem soluções economicamente viáveis para o tratamento desses resíduos, grande parte deles ainda é descartada de forma inadequada, seja em lixões, corpos d'água, áreas verdes, redes de esgoto ou por meio de incineração irregular. Entre os tipos de resíduos gerados no país, encontram-se desde os mais complexos, como os industriais, hospitalares, da construção civil, agrícolas e da mineração, até os de origem domiciliar e urbana classificados como Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (7).

Com o intuito de disciplinar a gestão e o gerenciamento de resíduos no país, foi sancionada, em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010(1,2). Essa legislação representou um marco no setor, padronizando definições, estabelecendo diretrizes e incorporando novos conceitos fundamentais para o planejamento, a execução e o monitoramento de ações sustentáveis.

Antes da promulgação da PNRS, não havia uniformidade na caracterização dos resíduos sólidos, o que gerava interpretações diversas entre autores, órgãos públicos e empresas. Essa falta de padronização dificultava a elaboração e implementação eficaz de políticas públicas. Com a nova legislação, passou-se a adotar oficialmente os conceitos de “resíduo sólido” e “rejeito”. De acordo com a PNRS, rejeitos são os materiais para os quais não há possibilidade de reaproveitamento ou tratamento viável técnica e economicamente, restando apenas a destinação final ambientalmente adequada. Já os resíduos sólidos são definidos como os materiais descartados resultantes de atividades humanas, em estado sólido ou semissólido, incluindo gases contidos em recipientes e líquidos

que, por suas características, não podem ser lançados no sistema público de esgoto ou nos corpos hídricos sem tratamento adequado (1).

Complementando essa definição, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10.004, classifica os resíduos sólidos como resultantes de atividades industriais, domésticas, comerciais, hospitalares, agrícolas, de serviços e de varrição de vias públicas. A norma também inclui os lodos oriundos de sistemas de tratamento de água e de controle de poluição, bem como líquidos que, por suas propriedades, não podem ser descartados diretamente no ambiente sem tratamento adequado (8).

A adoção oficial dessas definições tornou-se fundamental para a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos em empresas, municípios e instituições de ensino e pesquisa. Além disso, promoveu maior clareza e uniformidade nos textos científicos, técnicos e jurídicos voltados à sustentabilidade e à proteção ambiental. Informações adicionais estão disponíveis no Anexo 1(9).

2.1.1. Resíduos e suas Classificações

A norma NBR 10004/2004 da ABNT define a classificação dos resíduos sólidos com base nos riscos potenciais que podem oferecer ao meio ambiente e à saúde pública. Essa classificação é feita a partir da análise do processo ou atividade de origem dos resíduos, bem como das características dos seus componentes(8):

- **Resíduos Perigosos (Classe I)**

Os resíduos considerados perigosos são aqueles que apresentam características capazes de causar riscos tanto ao meio ambiente quanto às pessoas que os manuseiam diretamente ou que possam entrar em contato com eles de outra forma. Esses resíduos são classificados como perigosos quando possuem pelo menos uma das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade,

toxicidade, reatividade ou patogenicidade. Exemplos representativos dessas categorias podem ser visualizados na tabela 1, que detalha suas características principais, e na figura 1, que ilustra os símbolos de identificação desses resíduos(9).

Tabela 1: Classificação dos resíduos segundo critérios estabelecidos pela ABNT

Resíduos	Características
Resíduo hospitalar	Patogênicos
Produtos químicos	Tóxico, corrosivo, inflamável, reativo
Medicamentos	Tóxicos
Produtos radioativos	Radioativo
Lâmpadas fluorescentes	Tóxico
Pilhas e baterias	Corrosivo, tóxico
Tinta e solventes	Inflamável, tóxico

Tabela Adaptada(9)

Figura 1: Resíduos classe 1



(10,11,12)

- **Resíduos Não Perigosos (Classe II):** Resíduos considerados não perigosos são aqueles que, de acordo com suas propriedades físicas, químicas,

biológicas, qualitativas ou quantitativas, não apresentam características como inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade ou potencial patogênico, nem são capazes de provocar reações químicas. Apesar de não oferecerem riscos diretos à saúde ou ao meio ambiente quando descartados adequadamente, ainda assim podem gerar impactos ambientais. Essa categoria é dividida em dois grupos, conforme suas propriedades: resíduos não inertes (Classe IIA) e inertes (Classe IIB)(9).

- **Resíduos Não Inertes (Classe IIA):** Os resíduos da Classe IIA, embora não sejam considerados perigosos, apresentam características que podem comprometer o meio ambiente, como a biodegradabilidade, solubilidade em água ou comportamento comburentes. Esses resíduos, embora não sejam altamente tóxicos ou contaminantes, possuem o potencial de causar poluição do solo, água e ar(13).

A categoria abrange uma ampla gama de materiais, incluindo resíduos orgânicos, semelhantes ao lixo doméstico, além de materiais originados de indústrias alimentícias, restaurantes, madeira, têxteis, gesso, borracha, papel, papelão, sucata metálica (ferrosa e não ferrosa) e plásticos polimerizados, entre outros. A figura 2 ilustra exemplos representativos desses resíduos, destacando sua variedade e potencial impacto ambiental(13).

Figura 2: Resíduos classe IIA



(14,15,16)

- **Resíduos Inertes (Classe IIB):** Os resíduos da Classe IIB, além de não apresentarem as características dos resíduos perigosos (Classe I), são aqueles que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas em condições normais de temperatura ou na presença de água. Por essa razão, eles não interferem na qualidade da água potável e permanecem estáveis por longos períodos. Exemplos desse tipo de resíduo incluem entulho, alumínio, aço, ferro e vidro. Esses materiais podem ser reciclados ou descartados em aterros sanitários, já que não liberam substâncias nocivas ao solo ou à água e, conseqüentemente, não causam prejuízos ao meio ambiente, A figura 3 apresenta exemplos visuais de resíduos pertencentes à Classe IIB, facilitando sua identificação(13).

Figura 3: Resíduos Classe IIB



(17,18)

Na tabela 2, tem-se a classificação dos resíduos conforme sua origem, de acordo com a PNRS (12.305/2010), os seguintes grupos: (19,20).

Tabela 2: Divisão dos resíduos de acordo com sua Origem (Contínua)

Tipos de Resíduos	Classificação
Resíduos sólidos urbanos	São divididos em resíduos domiciliares, oriundos de atividades domésticas em residências e em resíduos de limpeza urbana, ocasionados por varrição e outros serviços de limpeza urbana;
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Com exceção dos listados como resíduos sólidos urbanos, comentados anteriormente;
Resíduos da construção civil	Produzidos nas construções, reformas, reparos e demolições, também na preparação de loteamentos, perfuração e escavação de terrenos e canteiros de obras civis;
Resíduos de estabelecimentos comerciais	São resíduos gerados no comércio, e na prestação de serviços, como papéis, plásticos, isopor, papelão, entre outros;

Tabela 3: Divisão dos resíduos de acordo com sua Origem

(Conclusão)

Resíduos de serviços de transportes	Esses resíduos ocorrem em portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
Resíduos sólidos de mineração	Oriundos de atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
Resíduos agrossilvopastoris	São resíduos gerados através de atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos (orgânicos e inorgânicos) necessário para essas atividades, como: dejetos da criação de animais; resíduos de responsabilidade da agroindústria, e da silvicultura; embalagens de agrotóxicos, fertilizantes e insumos relacionados;
Resíduos Industriais	Sendo eles gerados nos processos produtivos e instalações industriais com a possibilidade de ser resíduos de alta periculosidade;
Resíduos de serviços de saúde	gerados nos serviços que prestam atendimento à saúde como: hospitais, ambulatórios, clínicas, institutos de pesquisa e ensino, entre outros, conforme definido pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).

Adaptado de(9)

Durante todas as etapas de manuseio, armazenamento, transporte e descarte, é imprescindível o uso rigoroso de EPIs e EPCs, garantindo a segurança dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente (19,20).

2.1.2. Resíduos Químicos

De acordo com a Norma Brasileira da ABNT NBR 10.004/2004, os resíduos químicos são classificados com base na sua periculosidade, sendo imprescindível que os usuários conheçam as propriedades físico-químicas dessas substâncias antes de manuseá-las, a fim de evitar riscos à segurança e à saúde. Essas informações devem ser obtidas por meio da rotulagem adequada e da consulta à Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), documento essencial para garantir o manuseio seguro dessas substâncias (19).

A classificação dos resíduos químicos, segundo a NBR 10.004/2004, considera diferentes propriedades de risco. Entre elas, destaca-se a toxicidade, que se refere à capacidade que determinada substância possui de provocar efeitos adversos no organismo humano ou animal, seja por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A manifestação desses efeitos depende da dose, do tempo de exposição e da via de contato. Na maioria dos casos, as intoxicações estão associadas a erros operacionais, negligência no uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) ou falhas nos procedimentos de segurança (19).

Outro aspecto relevante é a corrosividade, característica presente em substâncias que apresentam pH igual ou inferior a 2, ou superior ou igual a 12,5, tanto em sua forma pura quanto em soluções na proporção de 1:1 em peso massa. Além disso, são consideradas corrosivas aquelas substâncias líquidas capazes de corroer aço a uma taxa superior a 6,35 mm por ano, a uma temperatura de 55 °C (19).

A reatividade é uma propriedade de extrema relevância, referindo-se a substâncias que podem reagir de forma violenta em contato com a água, formando misturas potencialmente explosivas ou liberando gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades que oferecem risco à saúde pública e ao meio ambiente. Também são consideradas reativas aquelas substâncias instáveis, capazes de reagir

imediatamente, sem detonação, mas com geração de calor, pressão ou materiais perigosos(19).

Outro fator de risco relacionado aos resíduos químicos é a incompatibilidade química, que ocorre quando duas ou mais substâncias entram em contato e geram reações indesejadas, podendo resultar na liberação de calor, formação de gases tóxicos, explosões ou outros eventos perigosos. Exemplos comuns incluem a reação entre ácidos e bases, que libera calor e gases como dióxido de carbono ou cloro; a interação entre agentes oxidantes e materiais combustíveis, que pode causar combustões espontâneas; o contato de metais reativos, como sódio e potássio, com água, que gera gás hidrogênio inflamável; e a combinação de compostos orgânicos com agentes oxidantes fortes, que resulta em reações altamente exotérmicas e na liberação de gases nocivos(19). Informações adicionais estão disponíveis no Anexo 2(21).

Para minimizar os riscos associados às reações de incompatibilidade, é essencial que os recipientes estejam claramente identificados com rótulos padronizados, contendo informações detalhadas sobre os resíduos armazenados. Além disso, é indispensável consultar a FISPQ de cada substância, organizar fisicamente os resíduos de maneira que substâncias incompatíveis fiquem separadas e garantir que todos os colaboradores estejam devidamente treinados para reconhecer e lidar com possíveis riscos químicos. Essas medidas são fundamentais para manter um ambiente de trabalho seguro e sustentável, reduzindo significativamente a probabilidade de acidentes(19).

A inflamabilidade é outra característica relevante a ser considerada. Ela representa a capacidade de determinadas substâncias liberarem vapores que, na presença de uma fonte de ignição como faíscas, calor ou chamas abertas, entram em combustão e continuam queimando. Este fator é rigorosamente monitorado em ambientes industriais e laboratoriais, uma vez que falhas no controle de materiais inflamáveis podem levar a incêndios e explosões com sérias

consequências. A inflamabilidade não depende apenas da presença de chamas, mas também de fatores como temperatura, pressão e concentração dos vapores no ambiente(19).

Especificamente, são considerados líquidos inflamáveis aqueles que possuem ponto de fulgor igual ou inferior a 60°C, conforme definido pela Norma Regulamentadora NR-16. Já os líquidos cujo ponto de fulgor é superior a 60°C são classificados como combustíveis, apresentando menor risco imediato de ignição, mas ainda assim exigindo cuidados rigorosos no manuseio e armazenamento(19).

Diante desses riscos, o adequado acondicionamento dos resíduos químicos é uma prática fundamental. Os recipientes utilizados devem ser compatíveis com as características das substâncias armazenadas, a fim de evitar reações indesejadas, corrosão ou rompimento dos frascos. Em situações de derramamento ou vazamento, é necessário realizar a contenção imediata com o uso de materiais absorventes apropriados, assegurando a remoção completa dos resíduos. No caso de quebra de frascos de vidro contendo substâncias químicas, além da utilização de mantas absorventes, os cacos devem ser descartados junto com os resíduos sólidos contaminados, seguindo os procedimentos estabelecidos pela gestão de resíduos da instituição. Durante todas as etapas de manuseio, armazenamento, transporte e descarte, é imprescindível o uso rigoroso de EPIs e EPCs, garantindo a segurança dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente.

2.1.3. Equipamentos de segurança

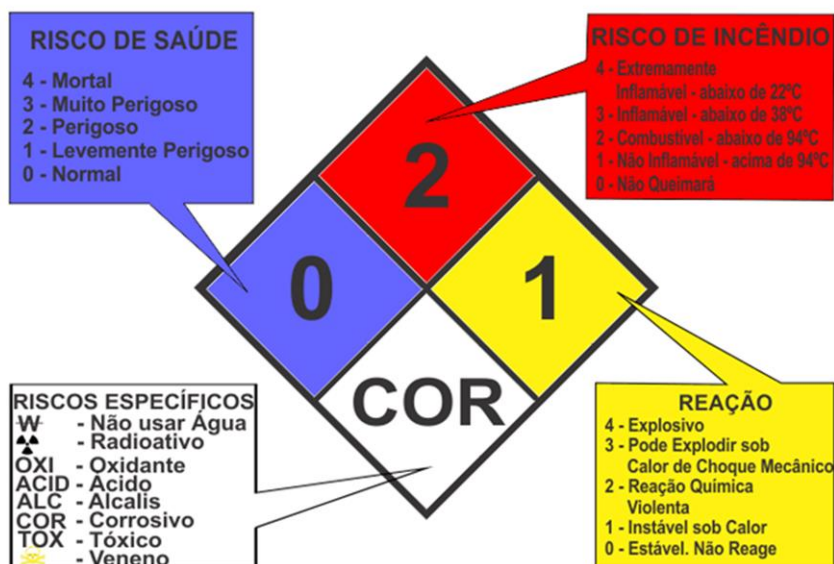
- **Uso de EPIs:** O uso de EPIs é essencial para atividades que possam apresentar riscos aos trabalhadores. Devido à diversidade e à natureza potencialmente prejudicial dos resíduos químicos manipulados, o uso de EPIs adequados e em boas condições é obrigatório. Abaixo estão listados os principais equipamentos:
- **Luvas nitrílicas:** Devem ser utilizadas com as mãos limpas e secas;
- **Calçados fechados:** É obrigatório o uso de calçados fechados durante as atividades realizadas no laboratório;
- **Jalecos:** O uso de jalecos de algodão, sempre fechados e com mangas longas, é indispensável;
- **Óculos de proteção:** Durante o manuseio de resíduos químicos, é imprescindível o uso de óculos de segurança
- **Máscaras:** Devem ser utilizadas em situações onde haja risco de liberação de gases, caso o uso da capela de exaustão não seja viável;
- **Uso de EPCs:** Os EPCs têm como função assegurar a proteção geral dos trabalhadores no ambiente de trabalho. Eles devem estar localizados em pontos estratégicos, devidamente sinalizados e visíveis. Os principais EPCs utilizados incluem:
- **Capela de exaustão com lavadores de gases:** Utilizada para operações que envolvam gases, funcionando como sistema de exaustão. É importante ressaltar que a capela não deve ser utilizada para armazenar reagentes;
- **Chuveiros de emergência:** Devem ser acionados em caso de derramamentos ou respingos químicos no corpo ou rosto;
- **Lava-olhos:** Utilizados para lavar os olhos em casos de contato com substâncias tóxicas;
- **Extintor de incêndio:** Destinado ao controle de princípios de incêndio.

2.1.4. Identificação

Todos os resíduos químicos precisam ser identificados corretamente com o rótulo padronizado contendo a descrição de sua composição e características. Um dos métodos adotados para identificação do resíduo foi a simbologia de risco *National Fire Protection Association (NFPA)*, mundialmente conhecida como Diagrama ou *Diamante de Hommel*. Como demonstrado na figura 4, para facilitar a visualização da periculosidade oriunda dos resíduos químicos são utilizadas cores no diagrama de *Hommel*, assim indicando o tipo de risco que é apresentado(22).

Figura 4:Diamante / Disco de Hommel

CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DE PRODUTOS QUÍMICOS



(22)

São adotadas cores específicas para representar diferentes tipos de perigos em substâncias químicas. A cor azul indica toxicidade, a amarela representa reatividade, a vermelha está relacionada à inflamabilidade e a branca refere-se a riscos específicos. Cada uma dessas cores é acompanhada por uma numeração que varia de 0 a 4, indicando o grau de periculosidade. O número (0) corresponde a uma substância estável, o número um (1) indica que é pouco estável, o número dois (2) representa baixa instabilidade, o número três (3) sinaliza que a substância é instável e o número Quatro (4) é o indicativo que a substância é altamente instável. Esse sistema de cores e números permite a identificação rápida dos riscos associados a um produto químico(22). Dessa forma, a simbologia utilizada para substâncias químicas indica não apenas o tipo de perigo envolvido, mas também a intensidade do risco ou o potencial de atividade da substância(9). Com o objetivo de padronizar e facilitar a identificação e a comunicação dos perigos associados a produtos químicos em escala global, foi criado o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS). Esse sistema utiliza pictogramas símbolos gráficos padronizados que informam, de maneira clara e acessível, os riscos à saúde, ao meio ambiente e à segurança física(22).

Os pictogramas do GHS se assemelham ao tradicional Diagrama de *Hommel* no que diz respeito à função de alertar sobre os perigos das substâncias, porém distinguem-se por sua forma geométrica, sendo representados por losangos com bordas vermelhas. A ausência de uma padronização internacional até a criação do GHS fazia com que cada país adotasse símbolos próprios para representar os riscos, o que dificultava a comunicação entre profissionais, empresas e instituições em contextos de comércio internacional e transporte de reagentes perigoso, como pode ser observado na figura 5(22).

Figura 5: Pictograma de perigo a ambiente aquático.



(23)

A GHS constitui uma iniciativa internacional que visa padronizar os critérios para classificação e rotulagem de substâncias e misturas químicas, promovendo uma comunicação uniforme sobre os perigos associados a esses produtos em escala global. A GHS introduz pictogramas que representam graficamente os riscos de produtos químicos, sendo elaborados de forma que possam ser compreendidos universalmente, independentemente do idioma local (22).

A simplicidade visual e a padronização dos símbolos contribuem significativamente para a rápida identificação dos perigos, o que facilita a comunicação em ambientes multiculturais e reduz a probabilidade de acidentes. Além dos pictogramas, a GHS incorpora outros elementos obrigatórios na rotulagem, como palavras de advertência (ex.: “Perigo” ou “Atenção”), frases de advertência (declarações de perigo) e frases de precaução, que oferecem

orientações claras sobre o armazenamento, o transporte e o manuseio seguros de substâncias perigosas. Esses elementos são fundamentais para garantir a segurança dos trabalhadores, a proteção da saúde pública e a preservação ambiental. Na figura 6, apresentam-se alguns exemplos de pictogramas padronizados pelo GHS, cada um associado a um tipo específico de risco (22).

Figura 6: Exemplos de pictograma.



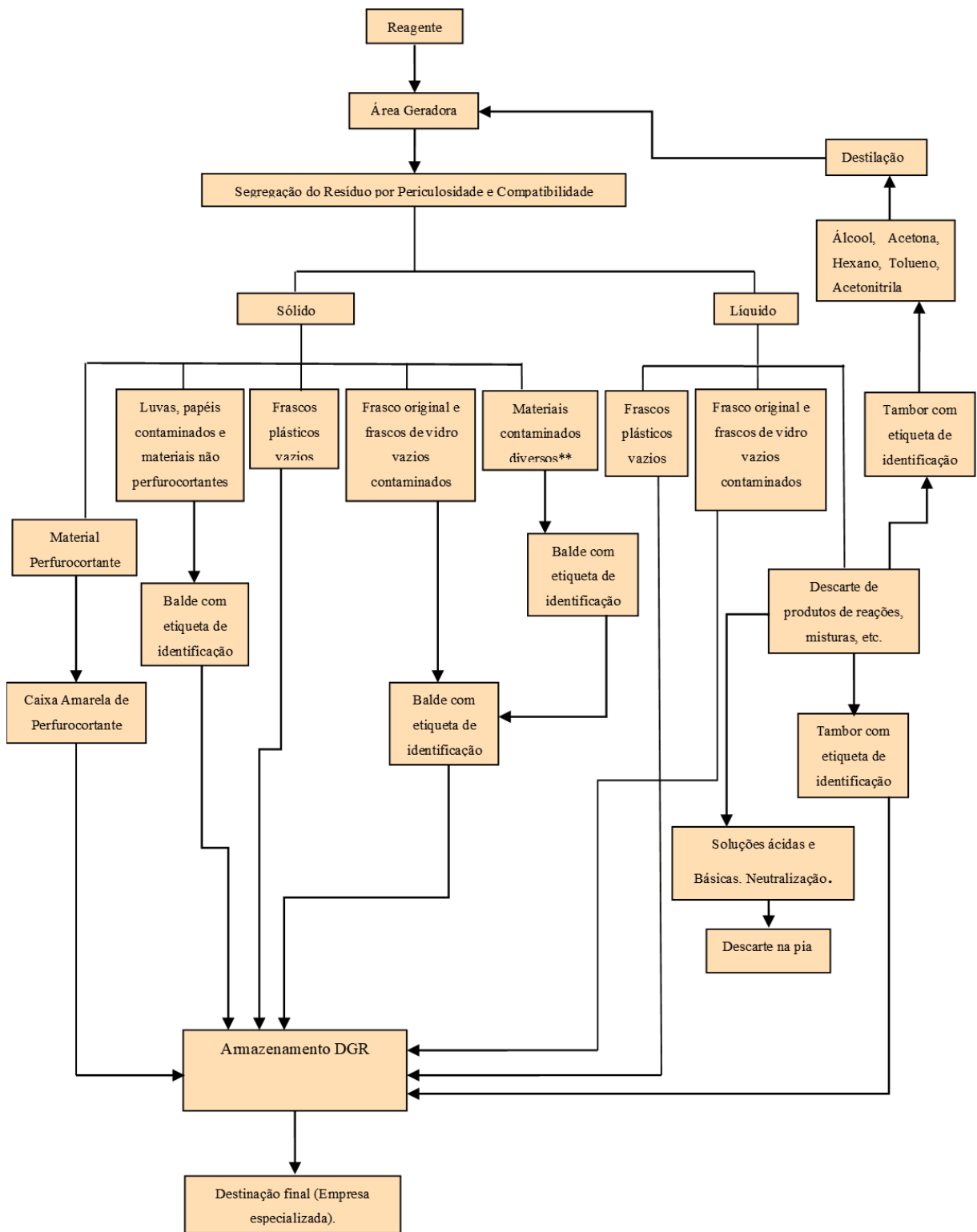
(24)

A responsabilidade pelo descarte correto de produtos químicos é do gerador do resíduo, ou seja, do próprio laboratório. Por isso, é fundamental que, no momento da aquisição de reagentes, seja consultada a FISPQ. Esse documento fornece orientações sobre o armazenamento, o manuseio e o descarte seguro dos produtos, contribuindo para a prevenção de acidentes, contaminações e reações químicas indesejadas. No laboratório 1 e laboratório 2, os resíduos gerados são devidamente segregados conforme suas características físico-químicas. Os resíduos orgânicos voláteis com potencial de reaproveitamento são encaminhados

para processos de destilação fracionada, o que permite a recuperação parcial dos reagentes. Essa prática, além de reduzir custos operacionais, minimiza o volume de descarte final(25).

Resíduos ácidos e básicos devem passar por um processo de neutralização logo após sua geração. Somente após atingirem um pH compatível com os parâmetros exigidos pela legislação ambiental geralmente entre pH 5,0 e 9,0, conforme recomendações da CETESB e da Resolução CONAMA nº 430/2011, eles podem ser descartados na pia, desde que o procedimento seja realizado com os devidos cuidados e em conformidade com as normas de segurança. Materiais recicláveis, por sua vez, são corretamente separados e encaminhados para o sistema de coleta seletiva. Já os resíduos que não podem ser tratados ou reutilizados internamente são destinados a empresas especializadas e licenciadas para o gerenciamento e descarte de resíduos químicos. Essas empresas devem possuir certificações e autorizações dos órgãos ambientais competentes, garantindo que o processo ocorra de forma segura e dentro dos padrões legais. A figura 7 ilustra o fluxo de gerenciamento dos resíduos no laboratório, desde a sua geração até a destinação final ambientalmente adequada(25).

Figura 7: Organograma de descarte Químico da UFSCar



Adaptado de (26)

Visando fortalecer a consciência ambiental entre estudantes, docentes e a comunidade externa, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) instituiu, em 1993, a Coordenadoria Especial para o Meio Ambiente (CEMA), com o objetivo de reduzir os impactos ambientais gerados pelas atividades desenvolvidas nos campi. Entre suas principais ações estavam a melhoria das áreas verdes, o incentivo à educação ambiental, a promoção do uso racional de água e energia elétrica, a implantação da coleta seletiva e o tratamento adequado dos resíduos, especialmente os laboratoriais, que frequentemente envolvem substâncias perigosas e exigem descarte especializado(25).

Com o tempo, a CEMA foi substituída pela Secretaria Geral de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (SGAS), que passou a assumir as responsabilidades pelas ações ambientais na instituição. Em 2005, no âmbito da SGAS, foi criada a Unidade de Gestão de Resíduos (UGR), que elaborou o Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Perigosos e desenvolveu a Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos (NR01/UGR), com diretrizes para a segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos. Essa norma foi baseada na ABNT NBR 10004:2004, com o intuito de padronizar o manejo de resíduos nos diversos campus da universidade(25).

Em 2013, a UGR foi transformada no Departamento de Gestão de Resíduos (DeGR), ainda vinculado à SGAS, ampliando suas atribuições(25). Entre suas responsabilidades, destacam-se a coordenação de programas de controle de resíduos, a fiscalização do uso de substâncias tóxicas, o planejamento para descarte adequado e redução de resíduos na fonte, a promoção de ações de capacitação e extensão em manejo de resíduos perigosos, o mapeamento de áreas de risco e a implementação de um programa institucional de gestão de resíduos. Este programa enfatiza a prevenção ambiental, o reaproveitamento de reagentes, a economia de energia e a mitigação de riscos à saúde e ao meio ambiente. Tais

iniciativas evidenciam o compromisso da UFSCar com a sustentabilidade e com a condução responsável de suas atividades acadêmicas, em conformidade com as exigências legais e ambientais vigentes(25).

2.2. Metodologia 5S

A metodologia dos 5S que surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, baseada nos treinamentos recebidos por especialistas de qualidade dos Estados Unidos, com o intuito de aumentar a eficiência produtiva, reduzir o desperdício e capacitar os colaboradores de maneira mais eficaz(27). O conhecimento obtido foi aprimorado no Japão, originando o Sistema de Controle de Qualidade Total (TQC), que coordena os processos a fim de garantir resultados alinhados às expectativas dos clientes. A metodologia 5S é uma filosofia de gestão que propõe a revisão de hábitos dentro de uma organização(28). A partir dessa abordagem, é possível promover um ambiente de trabalho mais limpo, saudável e organizado(28).

O programa 5S, visa mudar a maneira de pensar das pessoas na direção de um melhor comportamento para toda vida. O programa 5S não é somente um evento episódico de limpeza, mas uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade(28).

A implementação da metodologia 5S encontra sua justificativa nos seguintes tópicos: fortalecer a base do sistema de administração adotado pela empresa, contribuir na busca da eficiência, eficácia, efetividade e contribuir no processo de melhoria contínua em nível pessoal, empresarial. O 5S é um programa para todas as pessoas da empresa, do presidente aos operadores, para as áreas administrativas, de serviço, de manutenção e de manufatura. O programa deve ser liderado pela alta administração da empresa e é baseada em educação, treinamento e prática em grupo. Os 5S são de origem japonesa sendo elas 5 palavras: *Seiri*,

Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, cada um é um componente da metodologia *senso* como descrito a seguir(27):

- ***SEIRI***

O “*senso de utilização*”, um dos pilares fundamentais da metodologia 5S, refere-se à prática de manter no ambiente de trabalho apenas os materiais, ferramentas, equipamentos e informações que são estritamente necessários à execução das atividades. Essa abordagem visa otimizar o uso dos recursos disponíveis com racionalidade e equilíbrio, promovendo a identificação criteriosa daquilo que é realmente essencial, ao passo que descarta ou realoca adequadamente tudo o que for considerado excedente ou inútil(27).

A aplicação deste *senso* não se limita apenas à eliminação de desperdícios físicos, como sobras de matéria-prima ou objetos obsoletos, mas também abrange a racionalização de tarefas, com o objetivo de evitar ações repetitivas ou desnecessárias. Para isso, torna-se indispensável a análise crítica das rotinas de trabalho, a fim de eliminar esforços improdutivos e aumentar a eficiência operacional(27).

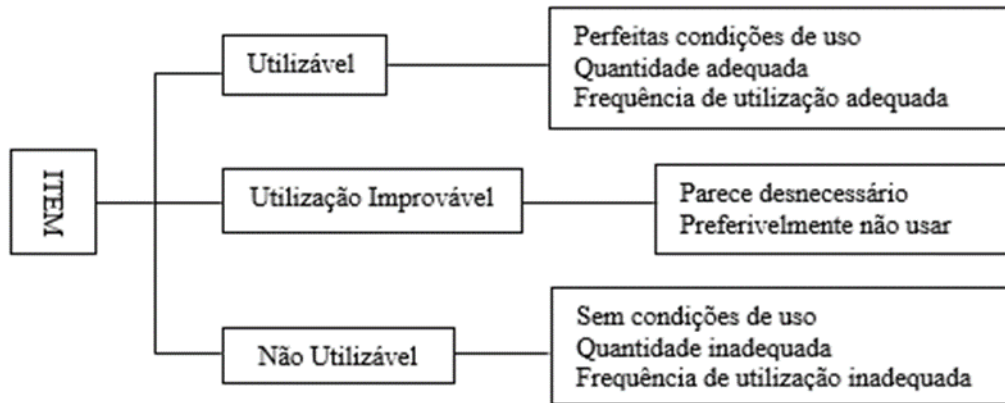
Contudo, o *senso* de utilização vai além da simples remoção de excessos. Ele pressupõe a identificação das causas que originam os acúmulos e desperdícios. Tal postura preventiva, em oposição a atitudes reativas, permite a implementação de medidas corretivas estruturais que impedem a reincidência desses problemas. No contexto da gestão da qualidade, essa prática é reconhecida como bloqueio das causas, ou seja, a adoção de ações permanentes para eliminação das origens dos desvios, promovendo a melhoria contínua do ambiente e dos processos(29). No intuito de classificar o que é realmente necessário no ambiente de trabalho, *Hiroyuki Hirano* desenvolveu um esquema de classificação que auxilia significativamente na separação dos itens, facilitando a implementação do *senso*

de utilização (*Seiri*). Esse esquema, representado na figura 8, tem sido amplamente utilizado em diversas organizações(29). O senso de utilização é o primeiro passo para um ambiente de trabalho mais eficiente, mas sua aplicação pode ser desafiadora devido ao apego emocional ou à dificuldade de abrir mão de certos itens. Superar essas barreiras é essencial, pois o foco central desse princípio é identificar o que realmente é útil e eliminar aquilo que já não tem mais propósito(27).

Para implementar esse senso com eficácia, algumas medidas práticas devem ser adotadas, como a avaliação criteriosa de todos os itens presentes no ambiente de trabalho, a distinção entre objetos indispensáveis e aqueles desnecessários, a análise da funcionalidade de cada item mantendo apenas o que for essencial à execução das atividades e o ajuste dos estoques de acordo com a demanda real, evitando acúmulos(27).

Além disso, é importante incentivar o uso coletivo de materiais entre os colaboradores e instituir um “Dia de Organização e Descarte”, ocasião em que todos devem revisar seus espaços, identificar materiais supérfluos e destiná-los de forma adequada. Essas ações promovem não apenas a racionalização dos recursos, mas também uma cultura organizacional mais consciente e produtiva(27).

Figura 8: Esquema para classificação de itens necessários e desnecessários



(29)

A implementação do senso de utilização traz diversos benefícios perceptíveis, como a liberação de espaço físico, a redução de riscos de acidentes, a diminuição dos custos com manutenção, o reaproveitamento de materiais e a melhoria geral do ambiente de trabalho. No entanto, para que esses resultados sejam sustentáveis ao longo do tempo e o acúmulo de itens desnecessários não retorne, é fundamental incorporar novos hábitos no cotidiano, como adquirir apenas o que for realmente necessário e repassar materiais somente quando houver real demanda. Uma frase que sintetiza bem o propósito do *Seiri* é: “*A organização promove eficiência*”(27).

- ***SEITON***

Com a adoção do senso de utilização, assegura-se que apenas os itens indispensáveis permaneçam no ambiente de trabalho. A etapa subsequente consiste na organização física do espaço de forma lógica e funcional, visando facilitar o fluxo de pessoas, materiais e informações por meio da implementação de um sistema de controle visual eficiente(30).

Nesse contexto, o senso de ordenação desempenha um papel essencial ao estabelecer critérios claros para o armazenamento e uso dos recursos, promovendo maior acessibilidade, segurança e eficiência operacional. Para sua plena efetivação, é imprescindível cultivar hábitos sistemáticos, como desligar equipamentos após o uso, guardar os materiais adequadamente e manter a ordem continuamente. É importante destacar que organizar vai além de simplesmente arrumar; trata-se de consolidar práticas que assegurem a permanência da organização(30).

A consolidação desse senso demanda a implementação de uma metodologia estruturada, voltada à sistematização e classificação do ambiente de trabalho. Entre os procedimentos recomendados estão: a reestruturação do espaço físico, a categorização e padronização dos materiais por meio da identificação nominal, o armazenamento conforme essa classificação, a aplicação de cores vibrantes e etiquetas visuais que facilitem a identificação rápida, além da utilização de quadros de aviso como fontes objetivas de informação. Adicionalmente, a aplicação da metodologia FIFO (First In, First Out) ou PEPS (Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair) e a elaboração de um mapa de riscos são medidas que fortalecem o gerenciamento eficaz do espaço(27).

A sistematização do ambiente proporciona um controle mais eficiente dos recursos, otimizando tanto os insumos quanto a força de trabalho e os meios de produção. Os benefícios resultantes são notórios: ambientes ordenados favorecem

o aumento da produtividade, a redução de custos operacionais, a prevenção de acidentes, o ganho de tempo e a elevação da eficiência geral. Assim, o senso de ordenação visa maximizar o desempenho do sistema organizacional, contribuindo para um ambiente de trabalho mais funcional e seguro(27).

- **SEISO**

O senso de limpeza está relacionado à manutenção da limpeza no ambiente de trabalho, abrangendo superfícies como paredes, armários, gavetas, pisos, entre outros. A presença de poeira, sujeira, resíduos, aparas e outros tipos de detritos nos locais de trabalho pode não apenas comprometer a saúde e a segurança dos colaboradores, mas também provocar danos, falhas e defeitos em equipamentos e instrumentos utilizados nas atividades diárias(31).

O resultado disto são quebras inesperadas de equipamentos, ferramentas não disponíveis, deterioração de peças e materiais etc. A filosofia principal neste senso não consiste no ato de limpar, mas no ato de não sujar. Em um sentido mais amplo estende-se também este senso para a informação, que deve ser armazenada corretamente e atualizada frequentemente para garantir que dados inúteis e dispersos não afetem as tomadas de decisões. A limpeza deve ser feita de forma sistemática e encarada como inspeção. Pois, assim, possibilitará a detecção de falhas nos equipamentos(29).

O senso de limpeza busca também identificar as causas da sujeira ou do mau funcionamento dos equipamentos e eliminá-las. A limpeza sistemática pode ser realizada seguindo três passos:

“O senso de limpeza e zelo envolve ações em diferentes níveis e exige comportamentos conscientes no ambiente de trabalho. No nível macro, é necessário limpar todas as áreas e atuar nas causas gerais da sujeira. Já no nível individual, o foco está na limpeza de áreas e equipamentos específicos. Por fim,

o nível micro abrange a higienização de partes detalhadas dos equipamentos e ferramentas. Para que esse senso seja efetivamente aplicado, é fundamental adotar atitudes como: sujou, limpe; crie formas de evitar a sujeira; mantenha o ambiente limpo. Entre as medidas recomendadas para implementar esse princípio estão: educar para não sujar, promover o compromisso coletivo com a limpeza, identificar e eliminar as causas da sujeira, garantir clareza na comunicação e, sobretudo, compreender que prevenir a sujeira é ainda mais importante do que simplesmente limpar”(29).

A implantação deste senso eliminará todo tipo de poluição sonora (ruídos e gritos), visual (bagunça e sujeira) e ambiental (intrigas, fofocas e discussões) trazendo benefícios para empresa, como por exemplo, a melhoria do ambiente de trabalho; a capacidade de detectar falhas de equipamentos; a redução da taxa de deterioração dos equipamentos (maior vida útil), e, portanto, uma maior economia; o aumento da autoestima no trabalho, etc. O conceito transmitido neste terceiro senso é que limpar deve ser uma tarefa presente na rotina do trabalho, mas o não sujar deve ser um hábito(27).

- **SEIKETSU**

Senso do asseio, higiene, saúde e integridade. É validado pela prática dos três sentidos anteriores e é caracterizado por:

"Assegurar um ambiente saudável, isento de agentes poluentes e bem conservado, especialmente em áreas comuns como banheiros, cozinhas e refeitórios. Promover a higiene pessoal, disponibilizar informações e comunicados com clareza e transparência, agir com ética em todas as atividades profissionais e cultivar relações interpessoais respeitadas e equilibradas, tanto no ambiente de trabalho quanto fora dele."(27).

Este senso é fundamental para garantir a continuidade e a eficácia dos três primeiros sentidos, sendo essencial para a manutenção de um ambiente de trabalho organizado, limpo e funcional. A melhoria da qualidade de vida no ambiente profissional contribui significativamente para o engajamento e o comprometimento dos colaboradores com a nova filosofia de trabalho. Para que esse senso seja corretamente implementado, é necessário que os três primeiros sentidos já estejam consolidados. Além disso, é importante valorizar tanto a aparência pessoal quanto a imagem da empresa, evitar todas as formas de poluição, manter as condições adequadas para o uso do controle visual e cuidar da saúde dos colaboradores por meio de alimentação adequada, prática de atividades físicas, realização de exames periódicos e uso correto dos EPIs. Essas ações, em conjunto, fortalecem uma cultura organizacional baseada no cuidado, na disciplina e na melhoria contínua(27).

Com a aplicação deste senso e a manutenção dos demais supracitados a empresa poderá obter como resultado a melhoria da qualidade de vida no trabalho, a melhoria do relacionamento interpessoal, a diminuição do absenteísmo, a melhoria de produtividade, etc. Como visto este senso busca condições favoráveis à integridade tanto física quanto mental dos trabalhadores. Hábitos como não fazer o que é prejudicial; não estabelecer condições mínimas de asseio, definem o que é o *SEIKETSU*(27).

- ***SHITSUKE***

Senso de autodisciplina representa uma das etapas mais desafiadoras dentro da metodologia 5S, uma vez que envolve transformações comportamentais e mudanças de atitude por parte dos colaboradores. A resistência a essas mudanças, muitas vezes motivada por fatores como medo, comodismo ou interesses pessoais, revela-se um dos maiores entraves à consolidação de uma nova cultura

organizacional(30). Esta cultura, por sua vez, é constituída por dois tipos de relações: as técnicas, que dizem respeito à execução das tarefas, e as sociais, relacionadas à convivência e à interação entre os indivíduos no ambiente de trabalho(30).

Nesse sentido, compreende-se que a cultura organizacional estabelece os parâmetros para a aplicação das tecnologias disponíveis no alcance dos objetivos estratégicos. Assim, o grau de eficiência de uma organização depende diretamente de sua capacidade de alinhar e transformar essa cultura em consonância com os propósitos institucionais. No contexto da gestão da qualidade, esse alinhamento deve priorizar a satisfação do cliente, sendo necessário, portanto, enfrentar gradualmente as barreiras técnicas e comportamentais que dificultam o progresso contínuo da organização(32).

A efetivação do senso de autodisciplina requer comprometimento com atitudes que envolvem ética, responsabilidade e consistência nos comportamentos. Entre essas atitudes destacam-se: a não omissão diante de falhas, a adoção imediata de medidas corretivas, o estabelecimento de normas claras, a disseminação da visão e dos valores organizacionais, a valorização de processos educativos em detrimento de treinamentos pontuais, o cumprimento rigoroso de horários, bem como o incentivo à crítica construtiva e à receptividade para o feedback, sem reações de cunho pessoal. A adoção desses comportamentos fortalece a cultura da organização, contribuindo para um ambiente mais íntegro, eficiente e colaborativo(32).

Dentro do sistema 5S, o senso de autodisciplina assume um papel estratégico e integrador, pois atua diretamente sobre a dimensão social – abrangendo valores, crenças, hábitos e comportamentos. Ele é o senso que estimula nos indivíduos a capacidade de aprender a aprender, desenvolvendo competências interpessoais e organizacionais essenciais à melhoria contínua. Os benefícios gerados por sua implementação são diversos, incluindo o

fortalecimento das relações interpessoais, o crescimento pessoal e profissional, a promoção do trabalho em equipe com maior senso de responsabilidade, o estímulo à criatividade e à conformidade com normas e padrões de qualidade, além da construção de um ambiente favorável à participação ativa e à gestão colaborativa(29).

Além disso, os princípios do *Kaizen* (melhoria contínua) são incorporados de forma espontânea ao cotidiano da organização, facilitando a adoção de Políticas da Qualidade e promovendo um clima organizacional propício ao desenvolvimento sustentável. A autodisciplina, nesse contexto, exerce influência direta sobre os demais sentidos, atuando como elemento reforçador das práticas já implantadas. Ao ser compreendido como parte de um sistema interdependente e evolutivo, o programa 5S evidencia o papel essencial da autodisciplina para a consolidação de uma cultura de excelência e para o alcance de resultados organizacionais sustentáveis(29).

Figura 9: Programa 5S



Adaptado de (33)

3. OBJETIVO

Objetivo geral

Aprimorar o sistema de gestão dos resíduos gerados no Laboratório 1 de Pesquisa e Extensão do Departamento de Química - Prédio NanoBio e no Laboratório 2 do Centro de Pesquisas em Materiais Avançados e Energia-CPqMAE da UFSCar.

Objetivos Específicos

Implementar e manter o 5S no laboratório, melhorando a organização, limpeza e armazenamento de materiais e reagentes no laboratório.

Padronizar o descarte de resíduos, estabelecendo regras claras para separar, identificar e armazenar corretamente os diferentes tipos de resíduos.

Realizar a implementação de acordo com as diretrizes e regulamentações internas vigentes da universidade para a gestão.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho abordou o gerenciamento de resíduos químicos no Laboratório 1 de Pesquisa e Extensão do Departamento de Química e no Laboratório 2 do CPqMAE, ambos pertencentes à UFSCar. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso, cujo objetivo principal foi levantar informações sobre o processo de descarte de resíduos químicos nas referidas unidades. Foram analisados aspectos como a forma de realização do descarte, os métodos de separação e identificação dos resíduos, o uso de EPIs, os procedimentos de transporte e os responsáveis pela segregação.

Com base nos dados obtidos, foram propostas melhorias por meio da aplicação da metodologia dos 5S's, visando à otimização do processo de descarte, à organização do ambiente laboratorial e ao aumento da segurança, além de contribuir para a redução dos impactos ambientais e facilitar o trabalho da equipe técnica envolvida. As atividades foram conduzidas conforme as normas internas vigentes, em especial a NR 01, aplicadas ao sistema de descarte e transporte de resíduos da DeGR, setor responsável pelo recebimento de resíduos na UFSCar.

O desenvolvimento do estudo foi estruturado em três etapas. Na primeira, denominada Análise da Situação Atual, foram realizadas avaliações detalhadas dos laboratórios, incluindo o levantamento dos tipos de resíduos gerados e a identificação de falhas nos processos de descarte, armazenamento e organização. Também foram verificadas as condições dos equipamentos de segurança e da infraestrutura existente, como capelas, exaustores e sistemas de ventilação. Além disso, ocorreram reuniões com os usuários dos laboratórios para compreender as dificuldades enfrentadas na gestão de resíduos.

Na segunda etapa, foi aplicada a metodologia 5S, com foco na reorganização dos espaços e na melhoria dos procedimentos relacionados ao descarte de resíduos

químicos. A implementação desta metodologia buscou tornar os ambientes mais limpos, seguros, eficientes e adequados às boas práticas laboratoriais.

Por fim, a terceira etapa consistiu no monitoramento e avaliação dos resultados. Foram realizadas comparações entre as condições observadas antes e após a aplicação do 5S, bem como análises do engajamento dos usuários com as novas práticas adotadas. A eficácia das ações foi avaliada à luz das normas de segurança e ambientais vigentes, demonstrando que a utilização do 5S contribuiu significativamente para a melhoria do gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios analisados.

5. ESTUDO DE CASO

Foi realizada uma visita aos Laboratórios 1 e 2, vinculados às atividades de pesquisa e extensão. A visita foi acompanhada de reuniões com os membros da equipe, com o objetivo de compreender os procedimentos adotados para o descarte de resíduos e analisar o processo de gestão desses materiais. Durante a inspeção ao laboratório de ensino, foram identificados diversos problemas, incluindo acúmulo excessivo de resíduos, presença de sujeira, desorganização do ambiente e ausência de identificação adequada nos recipientes.

Constatou-se ainda que apenas um integrante do grupo era responsável tanto pelo descarte dos resíduos quanto pela obtenção de solventes reutilizáveis, atividade essencial para suprir as demandas operacionais do laboratório. Também foram encontrados equipamentos e bancadas sujas, sendo que alguns desses equipamentos estavam quebrados e aguardavam manutenção.

Outros problemas incluíam a presença de uma grade de suporte que permanecia há mais de seis meses aguardando instalação para uso, reagentes armazenados de maneira inadequada e em desacordo com as orientações da FIS PQ, descarte de luvas em locais impróprios, jalecos contaminados pendurados nas capelas e reagentes armazenados de forma inadequada nessas mesmas capelas. As figuras 10, 11, 12 ilustram as condições identificadas no laboratório 1.

Figura 10: Sujeira incrustada no chão e geladeira.



Figura 11: Capela com excesso de vidraria, desorganizada e jaleco com falta de higiene.

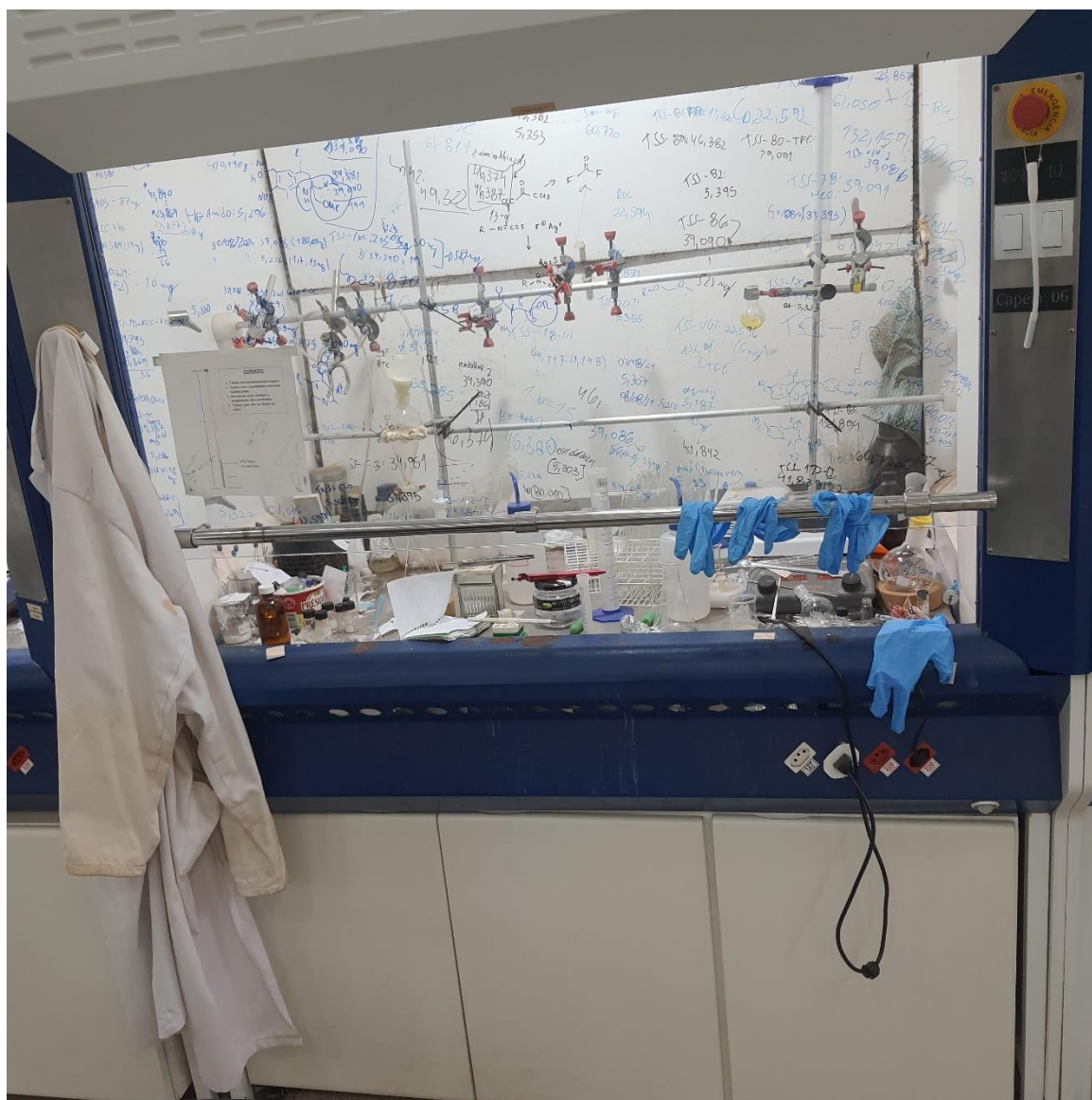





Figura 12: Armazenamento de descarte em local impróprio



Para o correto encaminhamento e recebimento de resíduos, é obrigatório que todos os laboratórios do Departamento de Química (DQ) estejam em conformidade com a norma interna NR01 e as diretrizes estabelecidas pela Divisão de Gestão de Resíduos (DeGR). Ressalta-se que resíduos sem identificação adequada não são aceitos. A figura 13 apresenta um exemplo de etiqueta de identificação utilizada no processo.

Figura 13: Exemplo de etiqueta de identificação de descarte.

	 RESÍDUO QUÍMICO  SÓLIDOS CONTAMINADOS
	(2)
<input checked="" type="checkbox"/> Plástico contaminado <input checked="" type="checkbox"/> Papel contaminado <input checked="" type="checkbox"/> Vidro contaminado <input type="checkbox"/> Outros	
Se você assinalou outros, indique qual: Contaminantes Presentes: Cloretos, sais, sílica e Metais: Cu, Zr, Fe, Ti...	
Frases de Perigo e observações sobre o resíduo: tóxico, danoso ao meio ambiente.	
Depto/Lab: <input type="text"/>	Data: 05/11/2024
Responsável: <input type="text"/>	Fone: <input type="text"/>

Fonte 1: < <https://www.sgas.ufscar.br/degr/documentos> >

No laboratório 2, localizado no Centro de Pesquisas em Materiais Avançados e Energia (CPqMAE), espaço cedido para a realização de trabalhos de Inovação Industrial, especificamente no Laboratório 2, constatou-se uma situação semelhante àquela observada no laboratório 1. Como o espaço encontrava-se desativado há aproximadamente um ano, sem um grupo ativo trabalhando no local, foram identificados diversos problemas.

Entre os principais problemas verificados, destacaram-se: resíduos sem identificação, frascos vazios armazenados de forma errada, vidros quebrados acumulados em caixas dentro de armários, acúmulo de poeira e resíduos nas bancadas, capelas quebradas, sistema de ar-condicionado inoperante, vazamentos no telhado, ausência de conexão com a internet, lâmpadas queimadas e equipamentos que não funcionavam ou apresentavam condições inadequadas para uso. As figuras 14, 15 e 16 apresentam registros fotográficos que ilustram a situação do Laboratório 2.

Figura 14: Capelas com problema de exaustão e sendo utilizada como armazenamento de resíduos.



Figura 15: Frasco de reagente acumulados e sem utilização, caixa com vários resíduos no estoque de reagentes



Figura 16: Sala de quadro de energia com descarte



Após o levantamento e a análise detalhada das condições observadas em ambos os laboratórios, foi elaborado uma metodologia de trabalho, visando à

reorganização e à implementação de melhorias nos processos de gestão e funcionamento desses espaços. As ações propostas foram planejadas para atender às necessidades específicas de cada ambiente e promover condições adequadas para o desenvolvimento das atividades

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Aplicação do senso de Organização (*SEIRI*)

Após a realização do estudo de caso, foi aplicada uma medida de organização do ambiente, em conformidade com a norma interna NR01, adotada pela DeGR. O primeiro passo consistiu na remoção de resíduos que estavam expostos à luz solar. Essa ação foi necessária, pois a degradação das embalagens, causada pela exposição prolongada aos raios ultra violeta, poderia resultar em rupturas, vazamentos e consequente contaminação ambiental, na figura 17 é ilustrado o local após a remoção dos resíduos.

Figura 17: Local após a remoção dos resíduos



Os resíduos foram separados de acordo com suas características, categorizados como: Halogenados-Cianetos, Aquosos, Sólidos Contaminados, Ácidos Orgânicos e Ácidos Inorgânicos. Resíduos que não apresentavam identificação foram classificados como descarte desconhecido, em razão da ausência de rotulagem e da impossibilidade de identificação por parte dos membros antigos do grupo, que desconheciam o conteúdo das embalagens. Os resíduos identificados e com características semelhantes foram acondicionados em galões maiores, com o objetivo de reduzir a quantidade de frascos pequenos durante o transporte. Ressalta-se que alguns desses frascos pequenos, por terem sido armazenados de forma inadequada, sofreram degradação devido à exposição ao sol, não houve registro de vazamentos, os galões foram separados e corretamente identificados como frascos contaminados e encaminhados ao local correto de descarte. Os galões principais foram devidamente identificados e separados de acordo com suas características, como demonstrado na figura 18.

Figura 18: Resíduos separados de acordo com sua propriedade e com identificação correta



Os frascos contaminados e vazios foram descartados como resíduos sólidos contaminados, sendo acondicionados em sacos maiores para facilitar o transporte até a área de recebimento. No laboratório de extensão, seguiu-se o mesmo procedimento, com a separação dos resíduos conforme suas características. Resíduos sem identificação foram classificados como descarte desconhecido, evitando assim reatividades indesejadas que poderiam ocorrer em função da mistura de produtos incompatíveis, ou seja, os resíduos desconhecidos não foram misturados. A figura 19 demonstra o resultado da remoção dos resíduos do laboratório 2.

Figura 19: Resíduos removidos



Após a remoção e destinação correta dos resíduos dos laboratórios 1 e Laboratório 2, foi implementada uma medida de gestão que incluiu a elaboração de um cronograma semanal de descarte no Laboratório 1.

Nesse cronograma, os membros do grupo foram organizados em duplas para a realização das seguintes tarefas: transporte dos resíduos até o ponto de coleta; transporte de solventes destilados para reuso até o prédio de destilação; retorno dos solventes recuperados na destilação ao laboratório; retorno de baldes e galões limpos e vazios para armazenamento de resíduos e abastecer os *Dewar* com nitrogênio líquido. Como está ilustrado na figura 20.

Figura 20: Recorte do cronograma de tarefas semanal referente ao mês de fevereiro do ano de 2025

FEVEREIRO • 25	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB
							1
	2	3 PIO / WELLINGTON	4 PIO / WELLINGTON	5 PIO / WELLINGTON	6 PIO / WELLINGTON	7 PIO / WELLINGTON	8
	9	10 VITÓRIA LUIZA / CARLOS	11 VITÓRIA LUIZA / CARLOS	12 VITÓRIA LUIZA / CARLOS	13 VITÓRIA LUIZA / CARLOS	14 VITÓRIA LUIZA / CARLOS	15
	16	17 VANESSA / ADEMIR	18 VANESSA / ADEMIR	19 VANESSA / ADEMIR	20 VANESSA / ADEMIR	21 VANESSA / ADEMIR	22
	23	24 ARTHUR / DENISE	25 ARTHUR / DENISE	26 ARTHUR / DENISE	27 ARTHUR / DENISE	28 ARTHUR / DENISE	

ANOTAÇÕES

- ABASTECER OS SOLVENTES DO LABORATÓRIO;
- LEVAR OS DESCARTES, TRAZER BALDES E TAMBORES VAZIOS E
- COLOCAR AS ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO.

6.2. Aplicação do senso de ordenação (*SEITON*)

No laboratório 1, foi realizada uma reorganização dos materiais, incluindo a identificação dos armários utilizados para armazenamento de vidrarias, reagentes, estoque, materiais de limpeza, solventes de reuso e bandejas. Para facilitar a identificação, foram utilizadas etiquetas coloridas, associando cada cor a um tipo específico de uso. Além disso, foram rotuladas as vidrarias de reagentes e os recipientes destinados ao armazenamento de solventes empregados nos experimentos e na lavagem de vidrarias. Anteriormente, a ausência de identificação clara resultava em erros e contaminações, aumentando o volume de resíduos gerados no laboratório. Todos os recipientes de descarte foram

devidamente identificados, tornando os procedimentos mais eficientes. As melhorias implementadas na organização estão ilustradas nas figuras 21 e 22.

Figura 21: Identificação dos recipientes de uso de solvente e soluções e identificação adequada do descarte



Figura 22: Identificação dos armários



Com o objetivo de organizar e otimizar as atividades laboratoriais, foi realizado um levantamento dos equipamentos, identificando aqueles com defeitos passíveis de manutenção e os que não apresentam viabilidade de reparo. Além disso, foram analisadas as necessidades específicas de cada laboratório.

No Laboratório 2, foram identificados os seguintes problemas:

- Mal funcionamento das capelas;
- Equipamentos danificados e sem possibilidade de manutenção;
- Goteiras;

- Problemas no sistema de ar-condicionado;
- Falta de internet e telefone;
- Ausência de identificação do laboratório;
- Balança analítica com defeito;
- Estufa em condições inadequadas;
- Lâmpadas queimadas;
- Falta de energia em algumas tomadas;
- Necessidade de instalação de tomadas adicionais;
- Necessidade de dedetização devido à presença de baratas.

Com o intuito de melhorar as condições de trabalho e garantir a segurança nas atividades, foram realizadas adequações estruturais no laboratório 2. As capelas de exaustão 1, 2, 3 e 4 passaram por manutenção, e a infraestrutura de comunicação foi ampliada com a instalação de internet e telefone. O sistema de exaustão foi vedado para conter vazamentos em dias chuvosos, e o ar-condicionado aguarda reparo, com orçamento em andamento. Também foram adquiridos novos equipamentos, como uma balança analítica, uma estufa e uma bomba de vácuo, que ampliaram a capacidade técnica do laboratório. Por fim, foi solicitado orçamento para dedetização, e demais pendências seguem sob acompanhamento da coordenação do espaço físico.

No Laboratório1, foram identificadas as seguintes necessidades:

- Entupimento da pia;
- Liofilizador com defeito;
- Dois nobreaks com problemas de bateria;
- Necessidade de aquisição de um nobreak de 3000 VA;
- Instalação de tomadas na sala de café e no laboratório;
- Manutenção de uma bomba de vácuo;
- Transferência de dois equipamentos emprestados para seus laboratórios de destino.

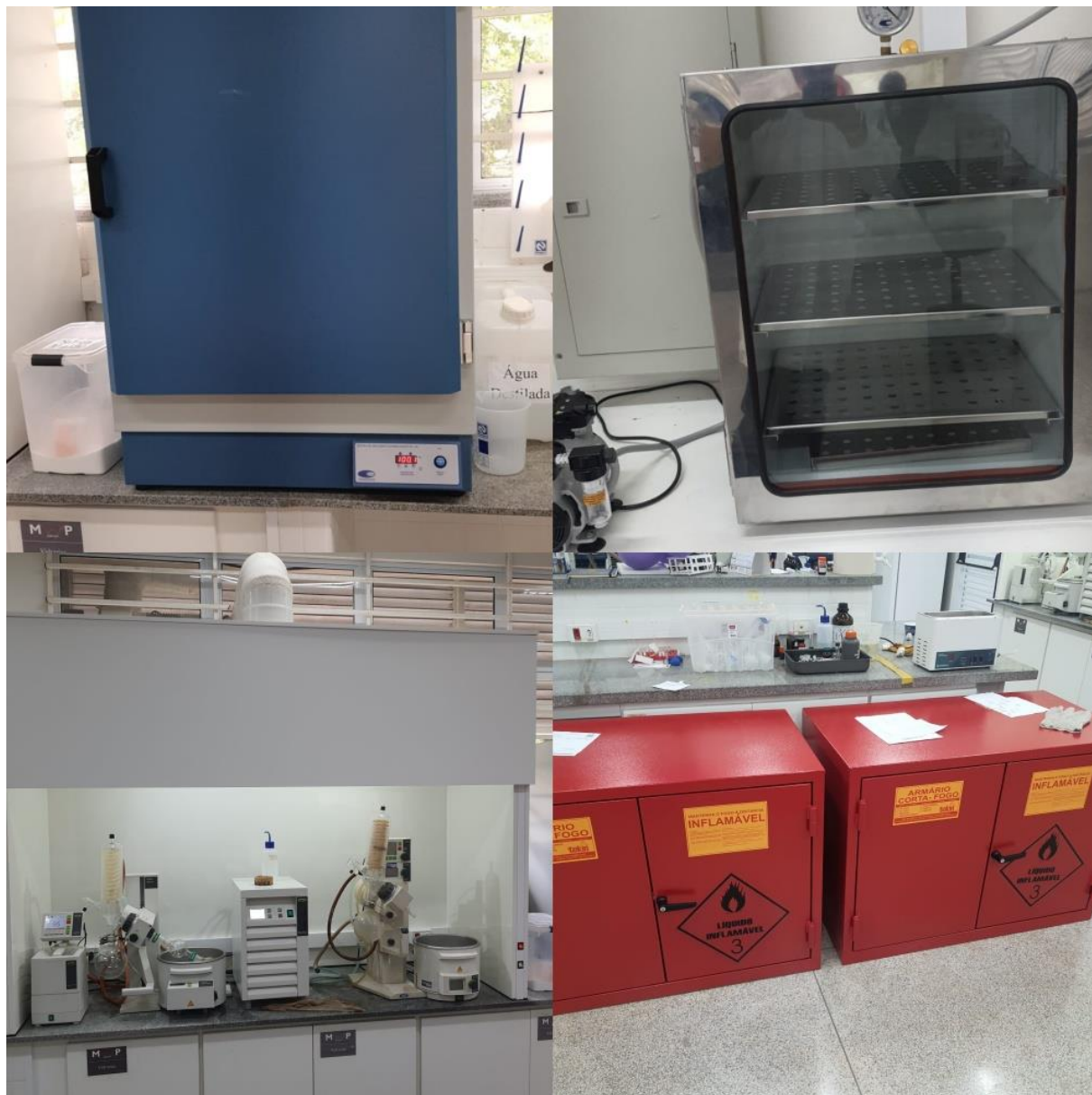
O liofilizador passou por manutenção em uma empresa autorizada. Após o reparo, foi requisitado um nobreak para seu funcionamento, devido à instabilidade da rede elétrica no prédio. O equipamento entrou em operação após a chegada do nobreak, aproximadamente quinze dias depois. O entupimento da pia foi solucionado com a modificação do encanamento, criando um pequeno desnível para facilitar o escoamento da água.

Com o objetivo de aprimorar as condições operacionais do laboratório, diversas ações corretivas e preventivas foram implementadas. Dois nobreaks que apresentavam falhas nas baterias foram encaminhados para manutenção especializada. As bombas de vácuo também foram enviadas para conserto, sendo que uma já retornou ao funcionamento normal e a outra foi mantida como unidade de reserva. Paralelamente, a equipe de manutenção elétrica realizou um levantamento técnico detalhado dos materiais necessários para a recuperação e melhoria da rede elétrica do laboratório.

Para reforçar a infraestrutura e garantir maior segurança nos procedimentos, foram adquiridos dois novos equipamentos: uma estufa, destinada à secagem adequada de vidrarias, e uma *Dry Box*, utilizada para o armazenamento de reagentes sob vácuo, prevenindo a absorção de umidade. Complementando essas melhorias, foi instalado um sistema de exaustão sobre os rotaevaporadores, com o objetivo de minimizar a dispersão de vapores orgânicos durante os processos de secagem. Adicionalmente, foram criados e-mails institucionais para facilitar a comunicação com empresas parceiras nos projetos de extensão, promovendo maior rastreabilidade das interações. Também foi desenvolvida uma *homepage*

para o grupo, visando aprimorar a divulgação das atividades e projetos desenvolvidos. A figura 23 ilustra algumas dessas melhorias.

Figura 23: Melhorias do laboratório 1



6.3. Aplicação do Senso De Limpeza (*SEISO*)

Com a remoção dos resíduos acumulados no espaço, observou-se que os laboratórios 1 e Laboratório 2 apresentavam condições inadequadas de higiene, favorecendo a possibilidade de contaminação de soluções, reagentes e amostras. Essa situação não apenas comprometia a qualidade dos experimentos, mas também representava um risco à segurança dos usuários do espaço. conforme ilustrado nas figuras 24 e 25.

Figura 24: Falta de limpeza no laboratório 1



Figura 25: Falta de limpeza no Laboratório 2



A limpeza foi iniciada com a remoção das grades de fixação de vidrarias nas capelas de exaustão de gases, para a remoção de incrustação pesada. Em seguida, todas as capelas foram lavadas com água e sabão para remover gorduras e sujeiras acumuladas ao longo do tempo. Foi constatado que a limpeza dessas estruturas não era realizada há um período significativo, o que tornou o processo mais desafiador. Durante essa etapa, também foram higienizadas as bandejas que estavam misturadas aos resíduos, mas que ainda estavam em condições de uso.

Posteriormente, procedeu-se com a limpeza dos equipamentos e das bancadas dos laboratórios, garantindo que toda a sujeira removida fosse devidamente eliminada na higienização do piso. As melhorias obtidas podem ser observadas nas figuras 26 e 27.

Figura 26: Limpeza de capelas, bancadas e equipamentos



Figura 27: Capelas, equipamento, vidraças e bancadas limpas do Laboratório 2



As janelas e vidraças também foram cuidadosamente limpas com água e sabão, garantindo a remoção total de sujeiras acumuladas. Para evitar danos ao vidro, foi utilizada uma vassoura com cerdas macias. Após essa etapa, realizou-se a lavagem do piso interno e externo dos laboratórios, removendo-se todos os objetos que poderiam obstruir o processo. A área externa foi higienizada com o uso de mangueiras, o que facilitou e agilizou o trabalho, dado que não havia

materiais sensíveis à umidade. As figuras 28 e 29 ilustram o estado do ambiente após a conclusão da limpeza.

Figura 28: Corredor externo e o piso interno do laboratório 1



Figura 29: Piso do laboratório 2



Para manter a organização e a higiene do espaço, é fundamental que os membros do grupo adotem práticas diárias de limpeza. Recomenda-se que a vassoura seja passada regularmente no piso para remover poeira e resíduos sólidos

que possam ter sido negligenciados na rotina de trabalho. A negligência frequentemente ocorre porque o ambiente de pesquisa não possui conhecimento adequado sobre as ferramentas da qualidade e sobre a importância que elas podem ter no cotidiano das atividades científicas. Como consequência, a rotina de limpeza acaba não recebendo a devida atenção, comprometendo a organização e a eficiência do trabalho desenvolvido.

Nas bancadas e equipamentos, sugere-se a utilização de panos para remoção de poeira e graxa. Como o pessoal da limpeza não possui formação em química e poderia estar exposto a riscos, sua atuação se restringe à higienização do piso e remoção de resíduos sólidos sem contaminantes, que são realizados semanalmente. Essa colaboração entre equipe técnica e equipe de limpeza contribui para um ambiente mais seguro e organizado para todos os envolvidos. Também foi estabelecido que, a cada seis meses, seja realizada uma limpeza mais profunda no laboratório, com o objetivo de garantir a manutenção do ambiente e evitar o acúmulo de sujeiras mais intensas ao longo do tempo.

6.4. Aplicação do senso de asseio (*SEIKETSU*)

O senso de asseio está diretamente relacionado aos três primeiros sentidos. Com a correta aplicação desses princípios, torna-se viável implementar o asseio, garantindo maior segurança para os membros do grupo e proporcionando um ambiente de trabalho menos agressivo. Conforme ilustrado na figura 30, os laboratórios apresentavam condições inadequadas de higiene, tornando o espaço impróprio para a realização das atividades de forma segura. A falta de asseio poderia resultar em contaminações e impactos negativos à saúde. Durante as reuniões realizadas, discutiu-se que segurança e higiene são elementos fundamentais para um laboratório.

Figura 30: Jalecos sem asseio



Todos os membros deveriam utilizar os EPIs, manter o ambiente de trabalho limpo e garantir que seus jalecos estivessem higienizados e armazenados adequadamente. Os jalecos estavam visivelmente sujos e, durante o período analisado, nunca foram lavados. Além disso, nenhum dos membros utilizava corretamente os equipamentos de segurança. Foi constatado que alguns colaboradores vestiam bermudas no ambiente laboratorial, armazenavam os óculos de segurança dentro da capela e, posteriormente, os utilizavam, o que poderia ocasionar lesões graves na face e nos olhos.

Outro problema identificado foi o armazenamento inadequado de reagentes e vidrarias dentro das capelas, conforme demonstrado na figura 31. dificultando a realização das atividades e comprometendo a organização do espaço. Nota-se que a aplicação do senso de asseio depende do comprometimento individual dos colaboradores.

Figura 31: Capela com produtos que não estão sendo usado no trabalho



Observou-se certa resistência à adoção de novas práticas, argumentando que sempre trabalharam dessa maneira e alegando que os métodos anteriormente utilizados proporcionavam maior praticidade às suas atividades rotineiras. Contudo, essa suposta praticidade acarretava a realização das atividades fora das normas de segurança. Além disso, observou-se que os materiais frequentemente não eram devolvidos aos seus locais de origem, prejudicando o fluxo de trabalho e afetando outros pesquisadores que utilizavam os mesmos reagentes e equipamentos. Em alguns casos, os reagentes eram armazenados em locais inadequados ou não havia controle sobre o estoque, dificultando o gerenciamento dos insumos laboratoriais. Materiais consumíveis retirados dos armários eram

deixados desorganizados, o que impactava negativamente a rotina dos demais usuários do laboratório.

Dessa forma, reforça-se a necessidade de conscientização dos colaboradores sobre a importância do senso de asseio e da adoção de práticas que garantam um ambiente de trabalho seguro e organizado.

6.5. Aplicação do senso da auto disciplina (SHITSUKE)

O senso de autodisciplina e o senso de asseio são, entre os cinco sentidos, os mais complexos de serem aplicados, pois sua efetividade depende diretamente do comprometimento individual dos colaboradores. O senso de autodisciplina, em especial, requer atenção cuidadosa, já que envolve aspectos sociais e comportamentais dos membros do grupo, como hábitos, valores, ética, crenças e atitudes. Esses elementos são fundamentais para o desenvolvimento da capacidade de aprendizado contínuo. Quando corretamente aplicado, esse senso proporciona diversos benefícios, como um ambiente mais saudável e harmonioso, melhoria nas relações interpessoais, crescimento pessoal e maior qualidade na execução das atividades.

Durante as reuniões realizadas, constatou-se que grande parte dos integrantes do grupo não compreendia plenamente as melhorias propostas para o laboratório, o que comprometeu a aplicação eficaz da ferramenta 5S. Diante desse cenário, tornou-se evidente a necessidade de adotar uma abordagem alternativa para facilitar o entendimento e promover o engajamento do grupo, por meio de reuniões explicativas, conversas em grupo e atendimentos individuais. É importante ressaltar que as normas de segurança e conduta adotadas no laboratório devem ser seguidas por todos os membros, inclusive por aqueles oriundos de outros laboratórios, que podem estar habituados a sistemas de organização distintos.

Na figura 32, observa-se a presença de sujeira sobre a bancada, proveniente de uma reação química que se rompeu e não foi devidamente limpa, além da ausência de identificação em um galão de descarte. Esses aspectos evidenciam a urgência em reforçar a importância da autodisciplina, da limpeza e da organização como pilares fundamentais para a construção de um ambiente de trabalho seguro, eficiente e produtivo.

Figura 32: Mancha na bancada de produto desconhecido e galão sem identificação

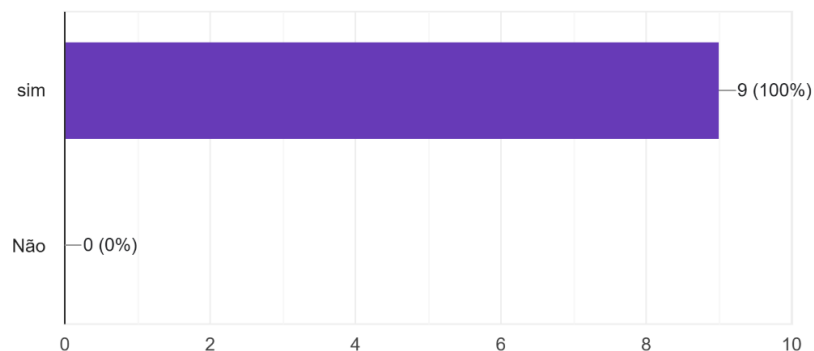


6.6. Pesquisa de percepção das mudanças causadas pela aplicação da metodologia 5S

Após a aplicação da metodologia 5S, elaborou-se um formulário no *Google Forms*, respondido por todos os integrantes do grupo. As respostas obtidas geraram gráficos correspondentes a cada pergunta, permitindo a análise da implementação da metodologia no ambiente laboratorial. Com base nesses dados, foi possível identificar tanto os pontos fortes quanto as oportunidades de melhoria, contribuindo para o aprimoramento contínuo do laboratório. No gráfico 1, observa-se que 9 participantes responderam sim, indicando que houve melhoria no laboratório após a aplicação da ferramenta 5S, demonstrando a eficácia inicial da metodologia adotada.

Gráfico 1: Resultados da Aplicação do Método 5S no Laboratório

Houve melhorias no ambiente do laboratório após a implementação do método 5S?
9 respostas



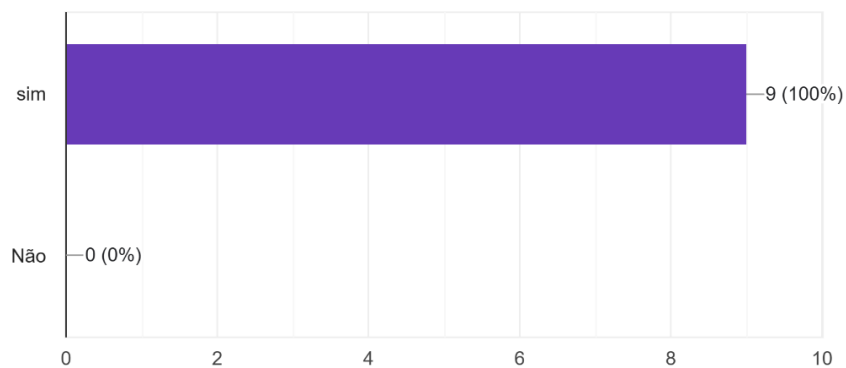
Para identificar os problemas em cada etapa do processo de implementação, foram elaboradas perguntas específicas para cada um dos cinco sentidos, aplicados ao longo do trabalho. O gráfico 2 apresenta os resultados relacionados ao primeiro senso, *Seiri*, evidenciando a percepção de melhoria no ambiente do laboratório após a remoção de itens desnecessários. De acordo com as respostas de todos os membros do grupo, essa etapa contribuiu significativamente para a organização

do espaço, aumentando a segurança e otimizando a dinâmica das atividades laboratoriais.

Gráfico 2: Aplicação do *Seiri*

Após a aplicação do Seiri (eliminação de itens desnecessários), o ambiente do laboratório melhorou?

9 respostas

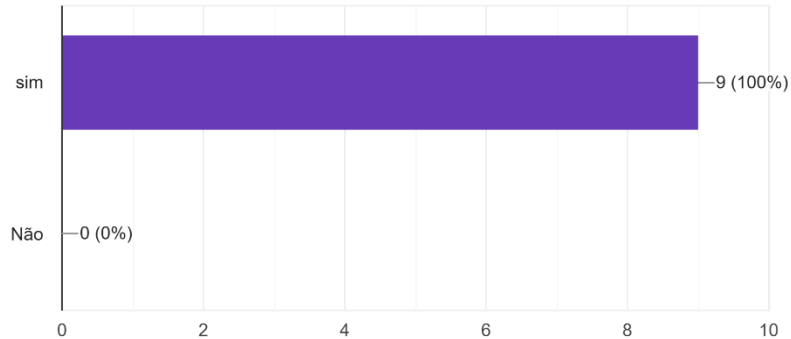


O gráfico 3 refere-se à aplicação do segundo senso, *Seiton*, e evidencia sua efetividade no ambiente laboratorial. Observa-se que a implementação desse senso resultou em melhorias significativas na organização e na identificação dos espaços, facilitando a localização de reagentes, vidrarias, materiais de consumo e demais itens necessários às atividades dos membros do grupo.

Gráfico 3: Aplicação do *Seiton*

Após organizar os materiais conforme o senso *Seiton*, foi possível perceber melhorias no laboratório?

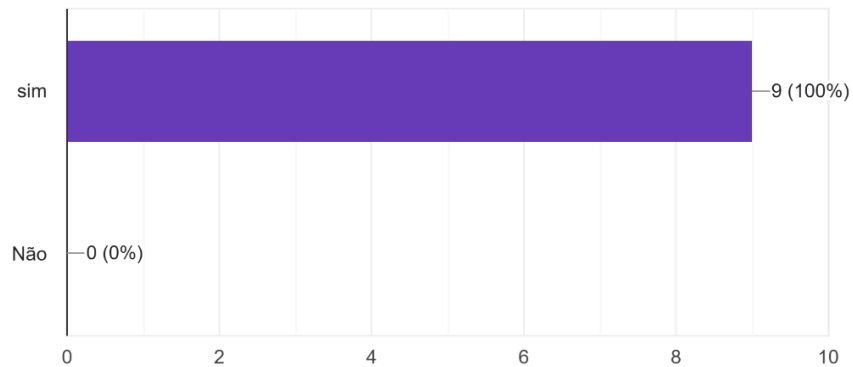
9 respostas



Na implementação do terceiro senso, *Seiso*, observou-se uma melhoria significativa nos aspectos de limpeza, tanto em nível micro quanto macro. Essa prática contribuiu para a melhoria da higiene do laboratório, reduzindo o risco de contaminação de reagentes e amostras, bem como diminuindo a possibilidade de ocorrência de acidentes no ambiente laboratorial. Tais resultados podem ser visualizados no gráfico 4, com base nas respostas fornecidas por todos os membros do grupo.

Gráfico 4: Aplicação do *Seiso*

A limpeza do ambiente, tanto em nível micro quanto macro (*Seiso*), gerou resultados positivos?
9 respostas



A aplicação do quarto e do quinto senso, *Seiketsu* e *Shitsuke*, apresentou menor eficácia em comparação aos anteriores, conforme evidenciado nos gráficos 5 e 6. De acordo com os dados obtidos, 55,6% dos membros do grupo relataram dificuldades em manter o ambiente limpo, organizado e com condições adequadas de saúde física e mental, além de enfrentarem desafios relacionados à manutenção da autodisciplina necessária para a continuidade do processo. Esses dois sentidos são, geralmente, os mais complexos de serem implementados, pois dependem da consolidação dos três primeiros (*Seiri*, *Seiton* e *Seiso*) e exigem, sobretudo, o comprometimento individual de cada integrante. A prática eficaz de *Seiketsu* e *Shitsuke* requer o desenvolvimento de uma mentalidade voltada à disciplina, responsabilidade e ao compromisso com a melhoria contínua do ambiente de trabalho, considerando que cada pessoa possui sua própria forma de agir, valores éticos e nível de maturidade. Para aprimorar a aplicação desses sentidos, é fundamental intensificar os treinamentos e promover ações de conscientização sobre os benefícios da metodologia 5S, tanto a curto quanto a longo prazo.

Gráfico 5: Aplicação do *Seiketsu*

Houve participação ativa e contínua dos membros do grupo na prática dos cinco sentidos, conforme proposto pelo Shitsuke?

9 respostas

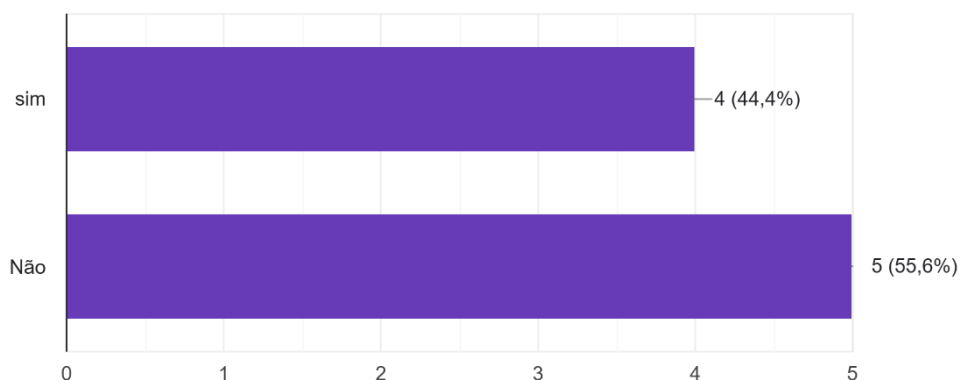
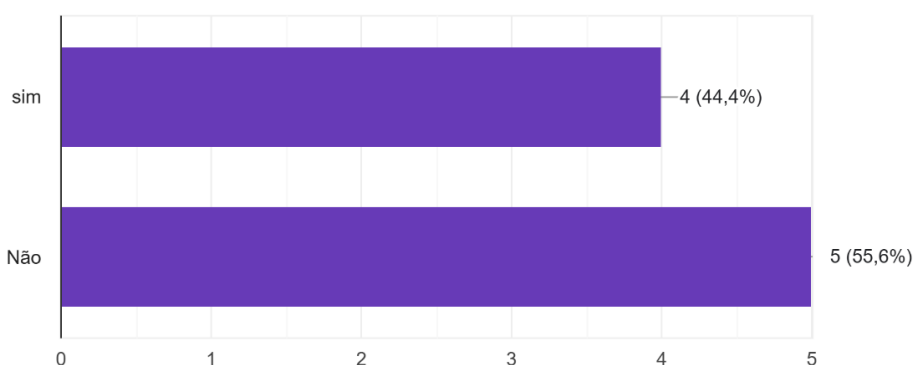


Gráfico 6: Aplicação do *Shitsuke*

Após a aplicação dos demais sentidos, os membros do grupo mantiveram os padrões necessários para conservar a organização e promover a saúde física e mental no ambiente de trabalho?

9 respostas



A metodologia 5S, muitas vezes, não recebe a devida valorização, especialmente em contextos ligados às ciências químicas, devido à falta de conhecimento sobre sua eficiência e benefícios. Enquanto essa ferramenta é amplamente estudada e aplicada nas engenharias como estratégia de melhoria contínua e organização do ambiente de trabalho, sua aplicação em laboratórios

químicos ainda encontra barreiras. A ausência de familiaridade com a metodologia dificulta sua implementação. No entanto, se houvesse maior compreensão sobre os impactos positivos proporcionados pelo 5S, certamente sua adoção seria mais ampla e incentivada em diversos ambientes profissionais.

7. CONCLUSÃO

Ocorreu uma melhoria significativa na gestão dos resíduos gerados, tornando o processo de descarte mais eficaz e consolidado no ambiente laboratorial. A aplicação da ferramenta 5S contribuiu para a normatização dessa gestão, em conformidade com a norma interna da DGeR (NR01), promovendo uma organização mais eficiente do espaço. Além disso, observou-se um avanço na identificação de áreas e materiais, facilitando a localização de matérias-primas e otimizando o fluxo de trabalho. No entanto, algumas melhorias ainda se fazem necessárias para que a metodologia 5S seja mais profundamente incorporada à rotina dos membros do laboratório, deixando de ser apenas uma obrigação para se tornar um verdadeiro estilo de vida. Para isso, recomenda-se a realização de reuniões periódicas e treinamentos contínuos, com o objetivo de alinhar o grupo aos princípios da metodologia. Como proposta para futuras melhorias, sugere-se a aplicação da ferramenta de qualidade PDCA, que contempla quatro etapas *Plan* (Planejar), *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir), auxiliando na gestão de processos e promovendo a melhoria contínua no ambiente laboratorial.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] BRASIL, L. Nº 12. 305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União** Distrito Federal, 2010.
- [2] BRASIL, D. Nº 7. 404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010. **Regulamenta a Lei nº 12.305. Diário Oficial da União** Distrito Federal, 2010.
- [3] HIRANO, H. **Implantando a disciplina nos locais de trabalho: o sistema 5S japonês**. São Paulo: [s.n.].
- [4] LOFRANO, G.; BROWN, J. Wastewater management through the ages: a history of mankind. *Science of the Total Environment*, **The Science of The Total Environment**, v. v. 408, p. 5254–5264, 15 out. 2010.
- [5] WILSON, D. C. Learning from the past to plan for the future: An historical review of the evolution of waste and resource management 1970–2020 and reflections on priorities 2020–2030 – The perspective of an involved witness. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, v. 41, n. 12, p. 1754–1813, 21 dez. 2023.
- [6] GAUR, V. K. et al. Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review. **Journal of Hazardous Materials**, v. 398, p. 123019, nov. 2020.

- [7] ABRELPE, A. B. DE E. DE L. P. E R. E. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: [s.n.].
- [8] ABNT, A. B. D. N. T. 10004:2004. **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, jun. 2004.
- [9] FERREIRA, M. S.; RUIZ, R. DE C.; MATTARAIA, V. G. **Fundamentos para gestão de resíduos de serviços de saúde**. 1º ed. [s.l: s.n.]. v. 1
- [10] MAIA, V. **Pilhas e baterias: a importância do descarte correto**.
- [11] INOVAR AMBIENTAL, G. D. R. **Descarte incorreto de lâmpadas traz riscos à saúde**. Disponível em: <<https://inovarambiental.com.br/2017/03/27/descarte-incorreto-de-lampadas-traz-riscos-saude/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [12] SEVEN RESÍDUOS, S. A. **Serviço de Tratamento de Resíduos Contaminados São José dos Campos**. Disponível em: <<https://sevensolucoesambientais.com.br/tratamento-de-residuos/tratamento-de-residuos-infectantes/servico-de-tratamento-de-residuos-contaminados-sao-jose-dos-campos>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [13] IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de**

Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Distrito Federal:
[s.n.].

- [14] BFM AMBIENTAL. **Destinação de Resíduos de Papel.** Disponível em: <<https://www.bfmambiental.com.br/destinacao-de-residuos-de-papel.php>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [15] SUÇUARANA, M. DA S. **Biodegradação.** Disponível em: <<https://www.infoescola.com/ecologia/biodegradacao/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [16] BFM AMBIENTAL. **Destinação de Resíduos de Plástico.** Disponível em: <<https://www.bfmambiental.com.br/destinacao-de-residuos-de-plastico.php>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [17] RECICLASAMPA. **Reciclagem de latas: entenda sua importância e saiba como fazer.** Disponível em: <<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/reciclagem-de-latas-entenda-sua-importancia-e-saiba-como-fazer>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [18] FERNANDES, A. **Associação quer ampliar índice de reciclagem de vidro no Brasil Republicação gratuita, desde que citada a fonte.** Disponível em: <<https://agenciacenarium.com.br/associacao-quer-ampliar-indice-de-reciclagem-de-vidro-no-brasil/>>. Acesso em: 16 jul. 2025.

- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 1472. **Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente — Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ).** , 2020.
- [20] CASTRO; MARCO AURÉLIO SOARES; SCHALCH, V. **Resíduos sólidos : conceitos, gestão e gerenciamento.** Rio de Janeiro : [s.n.].
- [21] COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES – FMRP – USP. **Incompatibilidade entre Produtos Químicos.** Disponível em: <<https://sites.usp.br/cipafmrp/wp-content/uploads/sites/841/2020/11/IncompatibilidadeProdutosQuimicos.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [22] CARLOS, A. **Diagrama De Hommel: Destaques Mais Importantes.** <https://segurancadotrabalhoacz.com.br/diagrama-de-hommel/>, jun. 2016.
- [23] ONU, O. DAS N. U. **GHS – Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos.** 7. ed. [s.l.] <https://unece.org/ghs-rev7-2017>, 2017.
- [24] FREEPIK. **Pictogramas de aviso de perigo .**
- [25] MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N. N. B. (COORD.). **Gestão de resíduos químicos – NR 01/UGR: normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos.** [s.l: s.n.].

- [26] FERREIRA, M. S.; RUIZ, R. DE C.; MATTARAIA, V. G. **Guia prático de descarte de resíduos**. 1º ed. São Paulo: [s.n.].
- [27] CAMPOS, R. et al. **A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total**. [s.l: s.n.].
- [28] FALCONI, V. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês)**. [s.l: s.n.].
- [29] GOMES, D. **Aplicando 5S na gestão da qualidade total**. [s.l: s.n.].
- [30] HABU, N. K. Y. O. Y. **Implementação do 5S na prática**. [s.l: s.n.].
- [31] LAPA, R. P. **Programa 5S**. [s.l: s.n.].
- [32] TRIST, E. **uma crítica sócio-técnica à administração científica, EAESP-FGV, datilografado, s. d.** [s.l: s.n.].
- [33] LAPA, R. **Os cinco sentidos**. [s.l: s.n.].

9. ANEXO 1

RESOLUÇÕES E NORMATIVAS

A NBR 10004/04, abreviação adotada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), define os resíduos sólidos como resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. E, ainda, os fluídos ou lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água ou exijam, para isso, soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível(9). Essa mesma norma dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos, quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Convém ressaltar que a Lei Federal N° 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é de cumprimento obrigatório pelos Estados e Municípios. Em 2018, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou a Resolução RDC N° 222 (revisão da RDC N°. 306 de 2004) que regulamenta as boas práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde de forma harmonizada com as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), listadas a seguir(9):

- [Resolução 275/2001](#), que estabelece código de cores para os diferentes tipos de resíduos;
- [Resolução 358/2005](#), que dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Em complementação a esse regramento, citamos ainda:

- [Portaria N° 280](#) do Ministério do Meio Ambiente, que institui o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) nacional, uma ferramenta online, em que o gerador presta informações sobre a movimentação de seus resíduos;
- [Resolução ANTT 5947/2021](#), da Agência Nacional de Transportes Terrestres, que atualiza as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos;
- [Norma Regulamentadora \(NR\) 32 de 2005](#) do Ministério do Trabalho e Previdência do Brasil, que dispõe sobre Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde;
- [Instrução Normativa N° 13 de 2012 e N° 1 de 2013](#), ambas editadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, a qual será utilizada pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental e pelo Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos, bem como por futuros sistemas informatizados do Ibama que possam vir a tratar de resíduos sólidos;
- [ABNT NBR 12.809/2013](#), que dispõe sobre resíduos de serviços de saúde gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento(9).

10. ANEXO 2



Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – FMRP – USP



Define-se como “incompatibilidade entre produtos químicos” a condição na qual determinados produtos tornam-se perigosos quando manipulados ou armazenados próximos a outros, com os quais podem reagir, criando situações perigosas, como a geração de gases, calor excessivo, explosões ou reações violentas. Segue, abaixo, uma lista contendo a incompatibilidade de alguns compostos químicos(21).

Tabela 2: Incompatibilidade de reagentes Químicos

(Contínua)

SUBSTÂNCIA	INCOMPATÍVEL COM	SUBSTÂNCIA	INCOMPATÍVEL COM
Acetileno	brometo, cloreto, cobre, fluoreto, mercúrio e prata	Etanol anidro	agente oxidante forte, alumínio, metais alcalinos, cloreto de acetila
Acetona	ácido sulfúrico concentrado e misturas de ácido nítrico	Fósforo (branco)	ar, alcalinos, agentes de redução, oxigênio
Acetonitrila	ácidos fortes, agentes oxidantes fortes, bases fortes	Hidrocarbonetos	ácido crômico, brometos, cloretos, fluoretos, peróxido de sódio
Ácido bórico	potássio metálico, água, base forte	Peróxidos	ácidos orgânicos e inorgânicos

Adaptado de (21)

Tabela 2: Incompatibilidade de reagentes Químicos

(Contínua)

Ácido acético	ácido crômico, etilenoglicol, ácido nítrico, compostos hidroxílicos, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos	Hipocloritos	ácidos e carbono ativado
Ácido crômico	ácido acético, naftaleno, glicerina, álcoois e líquidos inflamáveis em geral, cânfora, terebintina	Iodetos	acetileno, hidrogênio, amônia (anidra ou aquosa)
Ácido nítrico (concentrado)	ácido acético, anelida, ácido cianídrico, hidrogênio, sulfeto, líquidos e gases inflamáveis	Líquidos inflamáveis	nitrito de amônia, ácido clorídrico, peróxido de hidrogênio, ácido nítrico, peróxido de sódio, halogênios
Ácido oxálico	mercúrio e prata	Mercúrio	acetileno, ácido fulmínico, amônia
Ácido perclórico	ácido acético, anidrido, bismuto com outras combinações, etanol, papel e madeira	Nitrato de amônia	ácidos, metal em pó, líquidos inflamáveis, cloratos, nitritos, enxofre, materiais orgânicos finamente divididos

Adaptado de (21)

Tabela 2: Incompatibilidade de reagentes Químicos

(Contínua)

Ácido sulfúrico	clorato de potássio, perclorato de potássio, permanganato de potássio (ou compostos com brilho semelhante aos metais, tais como sódio, lítio etc.)	Nitrato de sódio	sais de amônio
Ácido cianídrico	ácido nítrico e alcalinos	Nitratos	ácido sulfúrico
Ácido fluorídrico	amônia anidra ou aquosa	Óxido de cálcio	água
Alcalinos, alcalinos terrosos e metálicos	água, hidrocarbonetos clorados, dióxido de carbono, halogênios, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos	Óxido de mercúrio	enxofre
Alumínio (pó)	hidrocarbonetos clorados, halogênios, dióxido de carbono, ácidos orgânicos	Perclorato de potássio	ácidos
Solução de amônia	ácido forte, metais alcalinos, agente oxidante forte, alumínio, bromo, bronze, cloro, mercúrio, dimetil sulfato	Permanganato de potássio	glicerina, etilenoglicol, benzaldeído, ácido sulfúrico
Anilina	ácido nítrico e peróxido de hidrogênio	Peróxido de hidrogênio	cobre, cromo, ferro, maioria dos metais e seus sais, álcoois, acetona, materiais orgânicos, anelida, nitrometano, gases oxidantes, líquidos inflamáveis

Adaptado de (21)

Tabela 2: Incompatibilidade de reagentes Químicos

(Contínua)

Amônia anidra	ácido fluorídrico, brometo, cloreto, hipoclorito de cálcio, iodeto, mercúrio	Peróxido de sódio	etanol, metanol, ácido acético glacial, benzaldeído, dissulfeto de carbono, glicerina, etilenoglicol, acetato de etila, acetato de metila, furfural
Antraceno	agente oxidante forte e flúor	Peróxidos (orgânicos)	ácidos, evitar atrito ou impacto
Azidas	ácidos	Piridina	Agentes oxidantes, ácidos fortes, sensível ao calor
Benzeno	agente oxidante forte, ácido sulfúrico, ácido nítrico	Potássio	tetracloro de carbono, dióxido de carbono, água
Brometos	amônia, acetileno. Butadieno, hidrocarbonetos, hidrogênio, sódio, metais finamente divididos, terebintina	Pirogalol	alcaloides, amônia, iodo, agentes oxidantes fortes, bases fortes, óxidos metálicos
Butanol	agente oxidante forte, metais alcalinos, ácidos fortes, ácidos halogênicos, alumínio	Prata	acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compostos de amônio, ácido fulmínico
Carbeto de cálcio	água e álcool	Selenetos	agentes de redução
Carbono ativado	hipoclorito de cálcio e agentes oxidantes	Sódio	tetracloro de carbono, dióxido de carbono, água
Cloratos	sais de amônia, ácidos, materiais combustíveis, metal em pó, enxofre, orgânicos finamente divididos	Sulfetos	ácidos

Adaptado de (21)

Tabela 2: Incompatibilidade de reagentes Químicos

(Conclusão)

Cloretos	ver brometo	Teluretos	agentes de redução
Cobre	acetileno, peróxido de hidrogênio	Tolueno	agentes oxidantes fortes, ácido nítrico, ácido sulfúrico, cloro
Compostos arsênicos	reagentes de redução	Trióxido de arsênio	agentes oxidantes fortes, metais quimicamente ativos, alumínio
Dióxido de cloro	amônia, metano, fosfito, sulfeto de hidrogênio	Xileno	agentes oxidantes fortes
		Zinco em pó	enxofre

Adaptado de (21)