



**ORGANIZAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE QUÍMICA: UM ESTUDO DE CASO DE
IMPLEMENTAÇÃO 5S E CONTROLE DIGITAL PARA MELHORIA CONTÍNUA NO ENSINO
TÉCNICO**

**CHEMISTRY LABORATORY ORGANIZATION: A CASE STUDY OF 5S AND DIGITAL CONTROL
IMPLEMENTATION FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT IN TECHNICAL EDUCATION**

Roniel Augusto de Souza^{1, i}
Camila Ortulan Pereira^{2, ii}

Data de submissão: (11/12/2025) Data de aprovação: (29/06/2026)

RESUMO

O ensino técnico exige a aplicação de metodologias ativas, tornando o laboratório de química o ambiente ideal para a prática de conceitos de gestão de qualidade. Este artigo detalha a intervenção realizada em um laboratório de ensino para solucionar a desorganização e a falta de controle de ativos. Utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e o ciclo PDCA como método de gestão, os alunos implementaram estratégias práticas de baixo custo, baseadas nos princípios de 5S (Organização) e Jidoka (Controle). As soluções desenvolvidas incluem o Mapa de Sombras para padronização visual do espaço de trabalho, um sistema digital via *QR-Code* e Formulário Online para a rastreabilidade de quebras de vidraria e coleta de dados. Os resultados indicam que pela participação ativa dos alunos notou-se um aumento na organização, na segurança, no conhecimento técnico dos materiais e no engajamento deles. Conclui-se que este modelo é potencialmente replicável, oferecendo um guia prático para a melhoria contínua e a gestão eficiente de laboratórios em escolas técnicas.

Palavras-chave: qualidade em laboratório, 5S, ensino técnico, aprendizagem baseada em projetos

ABSTRACT

Technical education requires the application of active methodologies, making the chemistry laboratory an ideal environment for practicing quality management concepts. This article details an intervention carried out in a teaching laboratory to address disorganization and the lack of asset control. By using Project-Based Learning (PBL) and the PDCA cycle as a management method, students implemented low-cost practical strategies based on 5S (Organization) and Jidoka (Control) principles. The developed solutions include Shadow Boards for visual standardization of the workspace, a digital system via QR-Code and Online Forms for glassware breakage traceability and data collection. The results indicate that, through the active participation of the students, there was a noticeable increase in organization, safety, technical knowledge of materials, and student engagement. It is concluded that this model is highly replicable, offering a practical guide for continuous

¹ Instrutor de Formação Profissional na Escola SENAI Ricardo Figueiredo Terra em Paulínia, São Paulo.
E-mail: roniel.souza@sp.senai.br

² Instrutora de Formação Profissional na Escola SENAI Ricardo Figueiredo Terra em Paulínia, São Paulo.
E-mail: camila.ortulan@sp.senai.br





improvement and efficient laboratory management in technical schools.

Keywords: laboratory quality, 5S, technical education, Project-Based Learning (PBL)

1 INTRODUÇÃO

O sistema educacional brasileiro enfrenta o desafio constante de fornecer educação técnica e profissionalizante de qualidade, nivelada e acessível em todo o território nacional (Carvalho, 2025). Nesse contexto, instituições como o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), que possui uma ampla rede de unidades, assumem a responsabilidade de atender às necessidades do setor industrial, qualificando alunos nos mais diversos setores, incluindo a área química (Silva, 2020). A formação, muitas vezes, é desenvolvida com alunos do ensino médio, oriundos da escola pública, e com diferentes níveis socioeconômicos, buscando uma qualificação para o mercado de trabalho.

Para engajar os alunos e garantir uma aprendizagem efetiva, a migração para metodologias ativas tem se mostrado crucial. O estudo e o desenvolvimento de atividades que contemplam questões e problemas do dia a dia, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL ou ABP em inglês) foi tema de estudo do psicólogo americano Jerome Bruner que, derivado da teoria de Piaget publicou em seu livro *On Knowing* (1964), que tornar o ambiente de aula dinâmico e confrontar o aluno com as escolhas que realiza, o faz se desenvolver de forma cognitiva (Bruner, 1964, *apud* Carvalho, 2025). O laboratório de química, especificamente, torna-se o ambiente ideal para a aplicação prática, não apenas para a experimentação, mas como um campo de testes para a aplicação dos conceitos de gestão e de qualidade.

A qualidade em laboratórios é essencial para garantir a confiabilidade dos resultados e a segurança dos profissionais, exigindo medidas rigorosas de controle em todas as etapas do processo. No entanto, em ambientes de ensino, a implementação de normas e sistemas internos de gestão, boas práticas e de organização é frequentemente negligenciada, assim como pode ser verificado em Brasil (2005). O presente estudo origina-se da necessidade de contrastar o ambiente controlado de um laboratório de ensino com cenários desprovidos de padronização, instigando os alunos a analisar a viabilidade da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade.

O projeto utilizou ferramentas da qualidade, iniciando-se com um *brainstorming* entre os alunos. Essa etapa priorizou ações práticas para a organização e o controle de ativos nos laboratórios de química, setores que apresentam alta rotatividade de insumos e equipamentos. Considerando que os cursos variam de 16 a 1200 horas, a gestão precisou conciliar itens de uso frequente com a necessidade de otimização de espaços reduzidos. O resultado foi a adaptação da teoria da qualidade à realidade técnica do ambiente laboratorial. Entre as iniciativas, destacam-se a implementação do mapa de sombras para organização visual de vidrarias e o desenvolvimento de um sistema digital de controle de quebra via *QR-Code* e formulário online. Desta forma, o objetivo deste artigo é detalhar o processo e os resultados dessa intervenção pedagógica, apresentando um modelo prático, de baixo custo e alta replicabilidade, para a organização e melhoria contínua de laboratórios de química em outras escolas e unidades de ensino técnico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Metodologias Ativas no Ensino Técnico

A aplicação de atividades práticas, como experimentos em laboratório, contribui muito para o aprendizado de disciplinas consideradas de difícil compreensão, como a química (Lourenço *et al.*, 2021). Além disso, o ensino técnico profissionalizante na área enfrenta o desafio constante de alinhar a formação acadêmica às demandas reais do mercado de trabalho. Instituições de ensino, como o SENAI, com uma ampla rede de unidades, assumem a responsabilidade de atender às necessidades do setor industrial, qualificando alunos nos mais diversos setores, incluindo a área química (Silva, 2020). Neste contexto, o modelo tradicional de ensino — pautado na transmissão passiva de conteúdo — mostra-se muitas vezes insuficiente para desenvolver competências essenciais como autonomia, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas complexos (Menezes *et al.*, 2020).

Para suprir essa lacuna, as metodologias ativas de aprendizagem surgem como uma estratégia pedagógica que coloca o aluno como protagonista do seu processo de construção de conhecimento. Diferente do ensino tradicional, as metodologias ativas incentivam o "aprender fazendo", onde a teoria é acessada conforme a necessidade de solucionar situações reais (Gama *et al.*, 2021). Além disso, uma mediação pedagógica eficiente é fundamental para que o ensino se ligue de fato à aprendizagem e, cabe ao professor ser um facilitador do processo, promovendo um ambiente participativo e interativo, despertando o interesse do aluno e levando-o a refletir sobre o conhecimento adquirido (Lourenço *et al.*, 2021).

Dentre as diversas estratégias ativas, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP ou PBL - do inglês, *Project Based Learning*). Nesta abordagem, o aprendizado é conduzido através de uma questão norteadora ou um desafio real que engaja os estudantes na busca por soluções colaborativas. Segundo Fonseca *et al.* (2024), a ABP ajuda a aumentar a plasticidade cerebral, estabelecendo novas conexões e respostas ao estímulo das novas situações e experiências. Isso permite que os alunos desenvolvam simultaneamente as *hard skills*, como conhecimentos técnicos de química e gestão, e as *soft skills*, como o trabalho em equipe, a comunicação e a liderança. No contexto deste trabalho, a ABP não é utilizada apenas como uma atividade final, mas uma intervenção: o problema da desorganização do laboratório torna-se o objeto de estudo e transformação.

Levar a ABP para o laboratório transforma a dinâmica tradicional de ensino: o aluno deixa de ser um espectador que segue roteiros para se tornar um gestor ativo do seu ambiente de aprendizado. O desafio de aplicar conceitos de qualidade, como 5S e Jidoka, exige que o estudante compreenda a fundo os fluxos de trabalho e olhe para os materiais e processos com 'olhos de dono'. Essa apropriação gera um compromisso com o espaço; a segurança e a organização deixam de ser regras impostas externamente e passam a ser valores internalizados pelo futuro profissional.

2.2 Adaptação do "Lean" para a Educação

A busca incessante pela eficiência e pela agregação de valor, pilares da filosofia *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta), transcende o chão de fábrica e se mostra altamente relevante no ambiente educacional, especialmente no ensino técnico. (Grochau, 2017). O *Lean*, originado no Sistema Toyota de Produção, tem como foco a eliminação de desperdícios (muda) e a melhoria contínua (Kaizen).

No laboratório de ensino, desperdícios se manifestam como tempo perdido na busca de materiais, danos a ativos (quebras) ou a falta de padronização nos procedimentos (Rodrigues, 2011). Desta forma, a adaptação e aplicação de ferramentas *Lean*, como o Programa 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* e *Shitsuke*) e o conceito de Jidoka (autonomia), transformam o espaço de trabalho em um laboratório vivo de gestão de processos, ensinando o aluno a identificar e eliminar falhas, desenvolvendo uma mentalidade crítica e proativa, essencial para sua atuação no mercado de trabalho industrial. Neste trabalho, as ferramentas que foram efetivamente empregadas estão listadas abaixo.

2.2.1 5S

Alguns trabalhos destacam que o 5S não apenas melhora a qualidade do ambiente de trabalho, mas também aumenta a moral e o engajamento dos funcionários, resultando em uma cultura organizacional mais forte (Cusin *et al.* 2012). Estudos de Ribeiro (2010) demonstram que empresas que aplicam consistentemente os princípios do 5S observam uma redução significativa em desperdícios e custos operacionais, impulsionando a competitividade e a sustentabilidade do negócio. Portanto, a metodologia 5S se mostra uma ferramenta valiosa para qualquer organização que busca excelência operacional e melhoria contínua.

2.2.2 Jidoka

Outra metodologia que apoia este projeto é a “Jidoka”, conhecida como automação com um toque humano, que é uma prática fundamental no sistema de produção enxuta que se concentra na identificação e correção imediata de problemas. Segundo Ohno (1988), a “Jidoka” empodera os trabalhadores, dando a eles a responsabilidade e a autoridade para parar a produção ao identificar problemas. Isso resulta em um ambiente de trabalho mais colaborativo e proativo, o que vem a se aliar muito bem no ambiente estudado.

2.2.3 PDCA

Outra metodologia aplicada para apoio da implementação das melhorias foi o ciclo “Plan, Do, Check and Act” (PDCA), que é projetado para ser um modelo dinâmico, onde a conclusão de um ciclo leva diretamente ao início do próximo. Esse ciclo representa um processo contínuo, como pode ser visto na Figura 1. Além disso, ele permite que o processo seja constantemente reavaliado, o que pode levar a novas mudanças e melhorias (Fornari Junior., 2010).

Figura 1. Etapas do ciclo PDCA.



Fonte: Fernandes *et al.* (2021)

2.3 Tecnologias e Inovação de Baixo Custo

A modernização da gestão do laboratório passa necessariamente pela integração de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Aproveitando a ampla disseminação de dispositivos móveis entre os alunos (cultura BYOD - *Bring Your Own Device*), foi possível desenvolver um sistema de controle de ativos de baixo custo e alta eficiência (Sorato *et al.*, 2020). Utilizando ferramentas digitais amplamente acessíveis, como o *Google Forms* e *QR-Codes*, a gestão de dados de quebra de vidrarias foi digitalizada. Essa abordagem não apenas elimina a burocracia do registro em papel, mas também estabelece um fluxo contínuo de dados em tempo real. Tal digitalização é crucial para um ambiente de melhoria contínua, pois transforma o registro de uma anomalia (a quebra) em um *input* imediato e mensurável para a gestão, reforçando a relevância das habilidades digitais na formação técnica (Souza *et al.*, 2021).

O registro digital instantâneo de um evento (a quebra de uma vidraria) acionado via *QR-Code* espelha a lógica da Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*), onde ativos (equipamentos ou itens) são monitorados e geram dados em tempo real para a gestão, um dos princípios da Indústria 4.0 (Sorato *et al.*, 2020). O projeto, portanto, atua como uma porta de entrada para a digitalização de processos, ensinando o aluno, de forma prática e imediata, sobre a importância da rastreabilidade digital de ativos. A familiarização do futuro técnico com os sistemas de coleta de dados e automação que ele encontrará em qualquer indústria moderna, elevando a competência digital da força de trabalho, parte da premissa do SENAI.

Trabalhos como o de Campello *et al.* (2018) mostram que o panorama no Brasil é um pouco mais complexo. Temos na desigualdade social um agravante, onde em certos pontos do país, temos uma população que sofre com a falta de itens básicos, por isso, a busca por soluções de gestão e pedagógicas em laboratórios de ensino deve considerar a realidade econômica da maioria das instituições. A metodologia desenvolvida neste projeto prioriza a utilização de materiais acessíveis (*post-it*, impressão de papel, papel pardo e *softwares* gratuitos como *Google Forms*) em vez de *softwares* ou *hardwares* proprietários de alto custo. Essa ênfase em recursos didáticos e gerenciais de baixo custo não apenas valida a aplicabilidade do sistema desenvolvido em uma escala nacional, mas também serve como uma prova de conceito de que a qualidade e a organização podem ser alcançadas sem exigir grandes investimentos de capital, mantendo a foco na praticidade e replicabilidade das melhorias.

3 METODOLOGIA

3.1. Desenho do estudo e cenário da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como uma abordagem qualitativa e quantitativa, configurando-se como um estudo de caso real, único e de natureza aplicada. O projeto foi desenvolvido no âmbito na Escola SENAI Ricardo Figueiredo Terra, localizada no município de Paulínia, Estado de São Paulo.

Uma intervenção pedagógica e estrutural ocorreu durante um curso de formação inicial e continuada (FIC) de qualidade na área química, com carga horária total de 160 horas no ano de 2022. A amostra populacional envolvida na execução direta do projeto foi composta por um grupo de 20 alunos regularmente matriculados. O objeto real do estudo de caso foi a

mitigação da desorganização crônica, a falta de padronização visual e a ausência de um sistema de controle de ativos e quebras em três laboratórios de química da instituição (identificados como Laboratórios A, B e C, salas R2-06, R2-13 e R2-18).

3.2 Abordagem Pedagógica e Método de Gestão

O projeto adotou a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como método pedagógico principal, colocando os estudantes como gestores ativos e protagonistas na resolução de problemas do seu próprio ambiente de aprendizado. Como ferramenta de gestão para guiar a intervenção, utilizou-se as quatro fases do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), associando o cronograma das aulas teóricas de gestão da qualidade à execução prática no laboratório. A fundamentação operacional baseou-se na sinergia entre os princípios do Programa 5S (com foco no *Seiton, Seiketsu* e *Shitsuke*) e o conceito de Jidoka (automação com toque humano para detecção e correção imediata de anomalias).

3.3 Coleta e Análise de Dados

A validação da eficácia do novo processo organizacional foi realizada por meio dos seguintes métodos de coleta:

1. **Observação Direta e Participante:** Acompanhamento rotineiro dos fluxos de trabalho e do cumprimento voluntário da organização ao término das aulas práticas.
2. **Questionário Online de Percepção:** Aplicação de um formulário estruturado e anônimo direcionado aos usuários dos laboratórios. O instrumento contou com um espaço final para manifestações textuais voluntárias (críticas, elogios e sugestões) e seis perguntas centrais baseadas na Escala Likert de 5 pontos (variando de 1 - discordo totalmente/muito difícil a 5 - concordo totalmente/muito fácil), cobrindo os seguintes indicadores essenciais:
 - **Organização (*Seiton*):** Avaliação da facilidade de localização e guarda das vidrarias.
 - **Segurança (*Seiketsu*):** Percepção de redução de riscos físicos, contaminações e quebras.
 - **Inclusão e Padronização:** Eficácia da associação cromática e alfanumérica na prevenção de misturas de materiais e padronização da organização.
 - **Rastreabilidade (Princípio *Jidoka*):** Usabilidade e agilidade no reporte de quebras pelo QR-Code.
 - **Responsabilidade (*Shitsuke*):** Estímulo ao senso de cuidado e conservação do espaço coletivo.
 - **Facilidade de Uso e Rendimento:** Impacto geral da gestão laboratorial no tempo de aula e rendimento acadêmico em técnicas laboratoriais.



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Aplicação do Ciclo PDCA

Como mencionado, a aplicação deste projeto, na forma de idealização e realização do novo processo organizacional, ocorreu durante um curso de qualidade na área química, com carga horária de 160 horas. As ferramentas da qualidade foram aplicadas simultaneamente ao seu aprendizado, utilizando o ciclo **PDCA** como espinha dorsal do desenvolvimento. Dessa forma, o cronograma das aulas foi integrado à execução e implantação do projeto. As etapas seguidas são detalhadas a seguir:

4.1.1 Planejamento (*Plan*)

A etapa inicial consistiu no diagnóstico organizacional do laboratório pelos discentes. Com base na vivência prática no laboratório, o grupo de 20 alunos identificou a desorganização como a causa raiz do problema. Foi realizado um *Brainstorming* coletivo para o levantamento de problemas estruturais (como a dificuldade de localização de materiais e a falta de controle de quebras de vidraria). Para priorizar as frentes de trabalho, as ideias foram classificadas por meio de uma Matriz de Impacto x Esforço (Quadrante de Ações). Com base no senso de *Seiri* (Utilização), delimitou-se a área de intervenção e realizou-se uma triagem nos armários, definindo que os kits diários conteriam as vidrarias essenciais para os dois primeiros semestres do curso.

4.1.2 Execução (*Do*)

Para a implementação física e digital, os 20 alunos dividiram-se em frentes de trabalho:

1. **Higienização e Preparação (*Seiso*):** três grupos realizaram a limpeza rigorosa das vidrarias e prateleiras, além da organização e marcação dos ativos.
2. **Organização Visual (*Seiton*):** um grupo de alunos desenhou, prototipou e imprimiu um Mapa de Sombras para delimitar o espaço exato de cada item dentro dos armários de kits educacionais.
3. **Sistemas de Codificação e Inclusão:** um grupo responsabilizou-se pela rotulagem através de um sistema redundante de identificação. Aplicou-se esmalte permanente em dois pontos geométricos das vidrarias (esquerda indicando a cor do laboratório de origem; direita indicando a cor do kit fixo do grupo). Para garantir a acessibilidade de alunos com daltonismo (discromatopsia), fixou-se um código alfanumérico correspondente nas portas, prateleiras e bancadas.
4. **Redação Técnica e Controle Digital (*Jidoka*):** O último grupo redigiu os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e desenvolveu um sistema digital de rastreabilidade. Foi estruturado um formulário *online* (via Google Forms) acoplado a uma planilha-banco de dados, cujo acesso foi disponibilizado em pedestais no laboratório por meio de *QR-Codes*.

4.1.3 Verificação (Check) e Ação (Act)

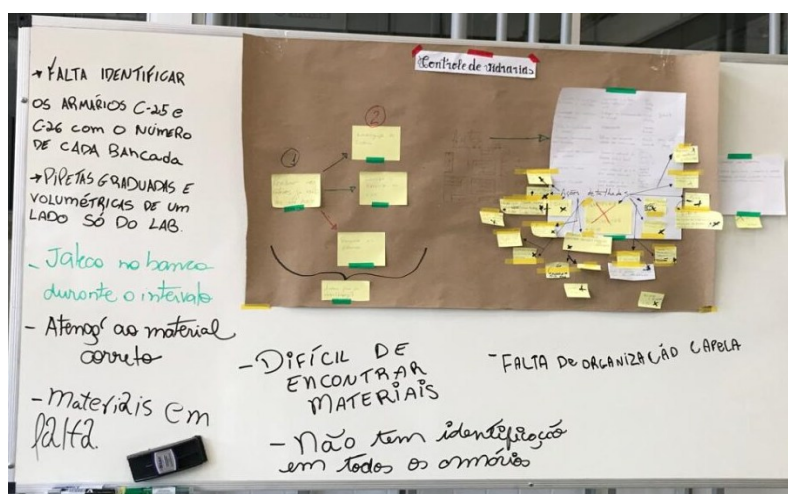
A fase de checagem ocorreu de forma contínua através de auditorias visuais diárias e pelo monitoramento dos registros digitais de sinistros. Esta fase de checagem envolveu novamente todo o grupo, utilizando a coleta de depoimentos para medir o impacto das mudanças. Essa abordagem coletiva reforçou o senso de pertencimento dos alunos e aplicou o conceito de Jidoka, permitindo que os próprios estudantes identificassem e corrigissem anomalias no processo.

Na fase final (Act), realizou-se o monitoramento preventivo para correção ágil de desvios (como vidrarias fora da respectiva "sombra"). O banco de dados gerado pelo formulário digital passou a ser utilizado para ranquear o desempenho de zelo entre as turmas, estimulando o *Shitsuke* (Disciplina). Realizada na última semana do curso, esta etapa focou no acompanhamento e na correção de desvios, como vidrarias fora do lugar. Como a implementação foi desenvolvida coletivamente, o grupo demonstrou total domínio sobre o sistema, permitindo correções ágeis. Essa atuação preventiva consolidou o processo e eliminou ocorrências de perdas ou extravios, garantindo a sustentabilidade das melhorias.

4.2 Melhoria da Organização Física

As soluções propostas no *Brainstorming* (Figura 2) durante a etapa de planejamento e implementadas pelos próprios alunos não apenas otimizaram o uso de recursos, mas também elevaram o nível de segurança e engajamento no ambiente laboratorial. Com base no senso de Seiri (Utilização), delimitou-se a área de intervenção para a posterior elaboração dos mapas de sombras. Realizou-se uma triagem das vidrarias nos kits de uso diário, descartando ou realocando itens excedentes. A seleção baseou-se nas vidrarias mais utilizadas nos roteiros iniciais do curso (2 primeiros semestres), partindo da premissa de que alunos veteranos possuem maior autonomia para manusear itens específicos fora dos kits padrão.

Figura 2. Organização das ideias geradas e discussão das ações propostas.

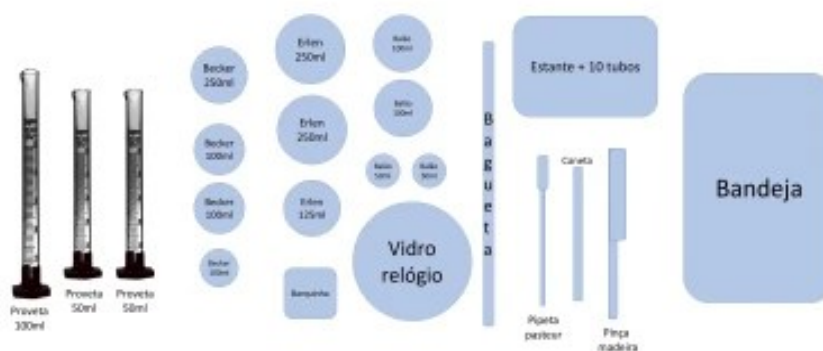


Fonte: Elaborada pelo autor.

A primeira grande iniciativa do grupo de alunos, já na etapa *Do* foi o desenvolvimento

de uma solução de baixo custo e alta eficácia para a organização das vidrarias dentro do armário. Assim surgiu a criação, por parte dos próprios alunos, do Mapa de Sombras (Figura 3) que segundo eles, delimitaria o espaço de cada item do kit fazendo com que mesmo aquele que ainda não possui destreza/familiaridade com os nomes dos itens, identificaria seu local correto de armazenamento. Além de ser um grande indicativo para o momento de conferência, pois com uma simples visualização da ordem de organização nota-se a falta do item no armário.

Figura 3. Mapa de sombras criado para os materiais considerados essenciais para as aulas práticas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A solução prática toda desempenhada pelo grupo teve as seguintes premissas:

- **Design e Prototipagem:** Os alunos iniciaram com um esboço manual para ajuste das dimensões das prateleiras, seguido da montagem e impressão do mapa de sombras.
- **Padronização:** O Mapa de Sombras foi aplicado nos armários com kits educacionais, definindo o local exato para cada vidraria. A iniciativa incluiu a separação por prateleiras, onde cada dupla de alunos se responsabilizou pelo seu respectivo kit (Figura 4).

Figura 4. Imagem dentro do armário mostrando como é feita a utilização do mapa de sombras.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esta ação representou a aplicação direta do *Seiton* (Senso de Organização), o segundo pilar do Programa 5S. A desorganização era um obstáculo prático que gerava perdas de tempo

na localização de materiais e contribuía indiretamente para a quebra de vidrarias.

O Mapa de Sombras resolveu o problema da desorganização ao estabelecer um padrão visual claro. Com a demarcação do local exato de cada item, o usuário, mesmo o aluno inexperiente ou recém-chegado, sabe onde a vidraria ou item deve estar, facilitando o acesso e, principalmente, a guarda após o uso.

Essa clareza visual contribui para o *Seiketsu* (Senso de Padronização), pois permite uma auto-auditoria rápida: a ausência de uma sombra indica imediatamente um item fora do lugar ou faltando. A organização por kits e prateleira por equipe também otimiza o tempo gasto no início e fim das aulas.

Ainda assim, o grupo notou que como os ambientes laboratoriais da escola possuem 10 kits para 10 posições de trabalho, todos numerados de 1 a 10 espalhados pelas bancadas do laboratório, fazia-se necessário a criação de uma distinção entre os kits. Afinal, todos devem partilhar dos mesmos materiais, assim, um código por distinção de cor foi implantado. Para facilitar a implementação, se fez uso de um esmalte ou tinta permanente, que não sai facilmente ao lavar, para atribuir uma cor diferente para cada kit.

Esse processo eliminou a necessidade de criação de códigos numéricos complexos e a ação foi selecionada, entre outras, como a que seria mais eficaz trazendo benefício alto e baixo investimento, afinal foi feito o uso de 10 cores distintas de esmalte para tal. A Figura 5 apresenta a forma como os alunos julgaram ser a mais visual e de fácil assimilação para eles. Em conformidade com o senso de Seiso (Limpeza), as vidrarias foram submetidas a um rigoroso processo de higienização e desinfecção. Esta etapa foi essencial para a aplicação das marcações com esmaltes, cuja resistência foi validada em testes prévios. Os resultados demonstraram que o material manteve a integridade cromática e a adesão mesmo após a exposição à estufa (150°C) e ao banho de ácido nítrico (HNO₃ a 10%), garantindo a perenidade da identificação.

Foram inseridos com esmalte dois pontos coloridos onde o segundo se trata da identificação da equipe responsável pelo kit (cor da equipe) e o primeiro sendo qual ambiente este kit está alocado (cor do laboratório). Os três laboratórios foram identificados por A, B e C, à cada um foi atribuída uma cor (preto, vermelho e azul, respectivamente).

Figura 5. Vidraria identificada com as cores da equipe e do laboratório em que ela está registrada.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A padronização visual também foi guiada por um princípio de inclusão. Reconhecendo que o laboratório deve ser um espaço acessível a todos, o sistema de cores foi complementado por um código alfanumérico (Quadro 1) que foi fixado em cada laboratório, nas portas e prateleiras dos armários, bem como na bancada de trabalho dos estudantes. Essa redundância visual foi pensada especificamente para garantir a autonomia de alunos com daltonismo (discromatopsia), permitindo que a identificação e a organização dos materiais ocorram de forma segura, sem depender exclusivamente da percepção cromática.

Com base no Quadro 1, o sistema de organização dos laboratórios utiliza uma lógica de combinação de cores em dois pontos geometricamente distintos da vidraria: “esquerda” e “direita” (com a vidraria posicionada de frente para o aluno), para criar identificações únicas e sem ambiguidades. Nessa codificação espacial, padronizou-se como sendo a cor da esquerda referente a cor do laboratório e a cor da direita, referente a cor do kit do aluno. Para entender como 10 cores de kit + 3 cores de laboratório evitam duplicidade e confusão, o sistema funciona da seguinte maneira:

- Ponto 1 (esquerda): define o Laboratório de Origem (Laboratório A, B ou C).
- Ponto 2 (direita): define o kit específico da bancada daquele aluno ou grupo (Kits de 1 a 10 com cores distintas).
- Matematicamente: 3 cores de laboratório x 10 kits = 30 identificações únicas.
- Exemplo: uma vidraria com ponto preto na esquerda e azul na direita indica que ela pertence estritamente ao Laboratório A (Preto) e deve ser guardada no kit A-3 (Azul). Enquanto, uma vidraria com ponto azul na esquerda e preto na direita indica que ela pertence estritamente ao Laboratório C (Azul) e deve ser guardada no kit C-1 (Preto).

Dessa maneira, mesmo que a cor do kit se repita, a cor da esquerda separa a identidade delas pelo laboratório e raramente, um aluno irá guardar a vidraria por engano no laboratório errado. Além disso, as mesmas 10 cores de kits foram mantidas a fim de garantir rastreabilidade dos próprios grupos de alunos que transitam ao longo do curso entre os 03 laboratórios em unidades curriculares diferentes. Convencionou-se que, um grupo de alunos, ao escolher pela primeira vez uma cor na primeira aula de laboratório, deve trabalhar nela independente de qual laboratório esteja utilizando ao longo de todo o tempo de curso. O professor consegue assim, avaliar competências como organização, limpeza e cuidado com os materiais.

Quadro 1. Código alfanumérico e as respectivas cores implementadas nos laboratórios de química A, B e C da escola SENAI.

Laboratórios de Química (Bloco R2)					
Lab. R2-06	Cor dos grupos	Lab. R2-13	Cor dos grupos	Lab. R2-18	Cor dos grupos
A-1	Preto	B-1	Preto	C-1	Preto
A-2	Vermelho	B-2	Vermelho	C-2	Vermelho
A-3	Azul	B-3	Azul	C-3	Azul
A-4	Marrom	B-4	Marrom	C-4	Rosa
A-5	sem kit	B-5	sem kit	C-5	sem kit
A-6	Rosa	B-6	Rosa	C-6	Marrom
A-7	Branco	B-7	Branco	C-7	Branco
A-8	sem kit	B-8	sem kit	C-8	sem kit
A-9	Amarelo	B-9	Amarelo	C-9	Amarelo
A-10	Verde	B-10	Verde	C-10	Verde
A-11	Roxo	B-11	Roxo	C-11	Roxo
A-12	Laranja	B-12	Laranja	C-12	Laranja

Fonte: Elaborada pelo autor.

Dentro do laboratório a utilização de cores, somada aos códigos alfanuméricos trouxe clareza e rapidez nos processos e no acompanhamento da gestão dos materiais na etapa de checagem do PDCA, a Figura 6 apresenta como se deu a alocação dos materiais e dos códigos alfanuméricos nas prateleiras dos armários.

Figura 6. Armário de vidrarias com os diversos kits dos alunos mostrando as cores distintas e os respectivos códigos alfanuméricos do laboratório C.



Fonte: Elaborada pelo autor.

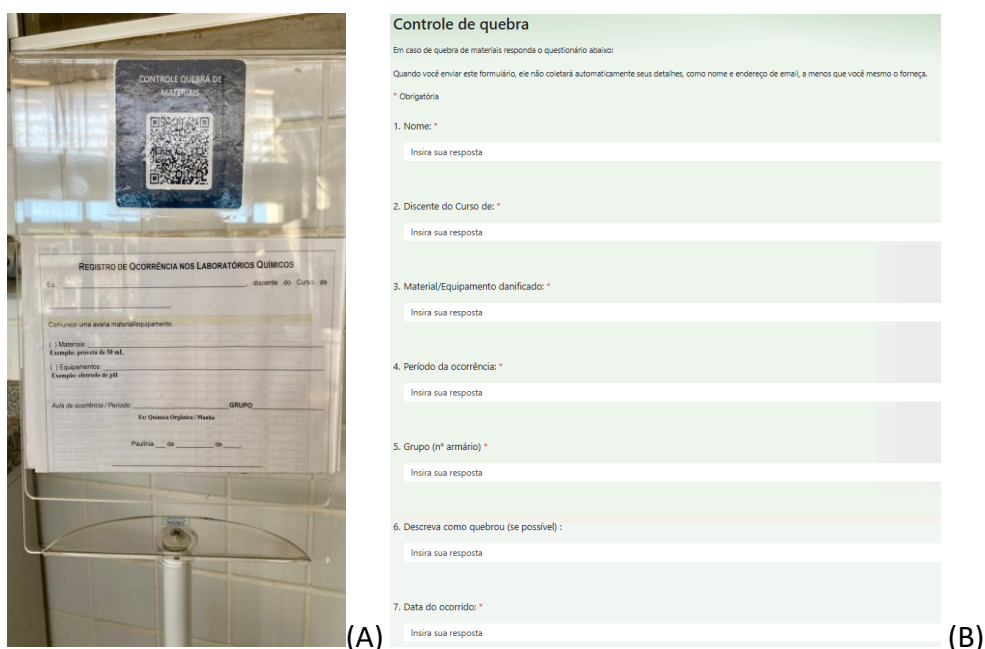
4.3 Rastreabilidade e Controle de Ativos

O segundo resultado de grande impacto foi a implementação de um sistema para o controle contínuo de quebra e reposição de vidrarias, que estabeleceu um mecanismo de rastreabilidade e coleta de dados, que por sua vez foi crucial para a etapa *act* do PDCA. Adotando o princípio de “automação com toque humano”, parando o processo quando um problema é detectado. No caso, o problema (a quebra) é imediatamente reportado por meio de um sistema digital simples. O grupo, alunos do curso de qualidade em laboratório químico atuou sob a premissa de criação de:

- **Sistema de Notificação:** Um grupo teve a iniciativa de montar uma planilha online que é preenchida por um formulário acessado via *QR-Code*.
- **Fluxo de Controle:** Em caso de quebra ou necessidade de reposição de itens, o usuário escaneia o *QR-Code* (afixado na área de trabalho ou nos armários), preenche o formulário e os dados são automaticamente inseridos na planilha de controle.
- **Melhoria Contínua:** A coleta contínua desses dados permite ranquear as turmas com base nos "apontamentos", estimulando a Disciplina (*Shitsuke*) e fornecendo dados concretos para a melhoria contínua do processo de gestão de vidrarias.

Com o panorama apresentado, o grupo de alunos demonstrou domínio na tradução de uma necessidade de gestão para uma solução tecnológica acessível, foi proposto então a criação de um formulário *online* (*Google Forms* ou similar) acessado por um *QR-Code* afixado nos ambientes. O preenchimento do formulário alimenta uma planilha *online* (tratada como banco de dados), registrando a ocorrência, a turma e o tipo de material danificado (Figura 7). O papel de preenchimento manual continuou sendo oferecido para o caso de o aluno não estar com o celular ou estar sem acesso a internet. Nesse caso, o próprio docente alimenta o formulário *online* posteriormente. Esta planilha para controle de quebras de vidrarias permite, não só que docente compare o desempenho entre turmas, podendo até criar um sistema que beneficie a turma com menor número de ocorrências, seja com acréscimo de pontos ou eventos, como também facilita o trabalho de compra/reposição de materiais e itens que impactam diretamente na condução da aula seguinte no ambiente.

Figura 7. (A) Pedestal posicionado no ambiente com o formulário físico e *QR code* de registro de sinistros (B) formulário preenchido a cada ocorrência.



(A) Pedestal with physical form and QR code. The form is titled "REGISTRO DE OCORRÊNCIA NOS LABORATÓRIOS QUÍMICOS" and includes fields for "Ela", "discente do Curso de", "Grupo", and "Platina". It also has checkboxes for "Materiais" and "Equipamentos" and a section for "Data da ocorrência / Período".

(B) Screenshot of the online form titled "Controle de quebra". The form includes the following fields:

- 1. Nome: *
- 2. Discente do Curso de: *
- 3. Material/Equipamento danificado: *
- 4. Período da ocorrência: *
- 5. Grupo (nº armário) *
- 6. Descreva como quebrou (se possível):
- 7. Data do ocorrido: *

Fonte: Elaborada pelo autor.

O sistema de controle digital fornece dados concretos para a gestão, permitindo ranquear as turmas com base nos apontamentos. Esta mensuração de desempenho estimula o *Shitsuke* (Senso de Disciplina) por meio da competição positiva e fornece *inputs* cruciais para o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Com dados reais de quebras, o laboratório pode identificar pontos fracos no manuseio, reagentes ou até no treinamento propriamente dito, para assim poder agir de forma preventiva para a melhoria contínua.

4.4 Impacto Pedagógico e Replicabilidade

A aplicação prática dos conceitos de gestão e qualidade gerou um aumento notável no engajamento dos alunos, que se tornaram agentes ativos na manutenção da qualidade, onde a melhor disposição foi ajustada por aqueles que efetivamente fazem uso. A eficácia do projeto foi validada pelo cumprimento voluntário da organização ao final de cada atividade,

demonstrando uma evolução na consciência coletiva sobre o zelo pelo espaço comum. A Figura 8 apresenta o registro fotográfico da implementação.

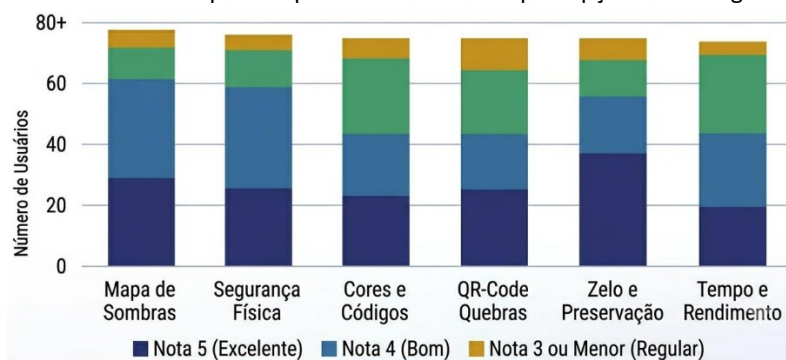
Figura 8. Alunos aplicando as ações estudadas e organizando da melhor forma prática a disposição dos kits.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O questionário online de percepção montado para acompanhamento da gestão dos laboratórios de química do SENAI Paulínia, foi aplicado em um universo amostral de 80 alunos, 3 docentes e 1 técnico de laboratório, que revelou um índice de aprovação muito bom no que diz respeito às melhorias implementadas. A adoção do "Mapa de Sombras" e a padronização das bancadas foram classificadas como excelentes por cerca de 92% dos usuários, otimizando significativamente o tempo de localização e guarda de vidrarias. No que tange à segurança física e mitigação de riscos de acidentes, a percepção de ambiente seguro atingiu uma média de 4,8 (em uma escala de 1 a 5), validada pelo corpo técnico e docente como um reflexo direto do novo arranjo físico, como pode ser verificado na figura 9.

Figura 9. Resultados obtidos pela resposta online sobre a percepção da nova gestão do laboratório.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O sistema de marcação por cores e códigos alfanuméricos mitigou quase por completo o extravio ou mistura de kits entre laboratórios distintos, enquanto o sistema de relatórios de avarias via QR-Code foi amplamente elogiado pela agilidade e facilidade de preenchimento. Por fim, 96% dos respondentes afirmaram que a nova estrutura despertou um maior senso de responsabilidade e zelo pelo espaço comum, gerando um impacto direto e positivo no rendimento acadêmico e no foco dos estudantes durante as aulas práticas.

Este modelo, combinando a organização visual do 5S com um sistema de controle digital simples é potencialmente replicável por outras unidades de ensino técnico, pois oferece uma forma de baixo custo para otimizar os recursos do laboratório, aumentar a segurança e, mais importante, desenvolver no aluno a mentalidade de melhoria contínua e de responsabilidade compartilhada, essencial para sua futura atuação no mercado de trabalho.

5 CONCLUSÃO

Como mencionado, a aplicação deste projeto, na forma de idealização e realização do novo processo organizacional, ocorreu durante um curso com carga horária de 160 horas. Entretanto, a Escola atualmente oferece em seu portfólio cursos que variam de 16 a 1200 horas na área de química, sendo assim, o novo processo organizacional implementado beneficiou, não só os próprios alunos do curso em questão, mas também todos os demais cursos a serem oferecidos dali em diante.

O projeto demonstrou que a aplicação de metodologias ativas e o uso de ferramentas de gestão da qualidade, como o Programa 5S e o conceito de Jidoka, são extremamente eficazes para resolver problemas práticos em ambientes de ensino, como a desorganização em laboratórios de química. O uso do Laboratório como um ambiente de estudo de caso real estimulou o pensamento crítico e o desenvolvimento de soluções aplicáveis e de baixo custo pelos próprios alunos.

O mapa de sombras para organização física e o sistema de *QR-Code* acoplado a um formulário *online* para rastreabilidade e controle de quebras, estabeleceram um novo panorama de gestão no ambiente estudado, que já se estendeu aos demais ambientes laboratoriais. O mapa de sombras garantiu a padronização e o controle visual imediato dos ativos, enquanto o sistema digital forneceu dados concretos para a mensuração do desempenho das turmas, estimulando o senso de disciplina e facilitando o ciclo de melhoria contínua.

A implementação de um sistema prático de organização em laboratórios de ensino não é apenas uma medida de otimização de recursos e segurança, mas uma poderosa ferramenta pedagógica. O modelo que foi detalhado é potencialmente replicável e de baixo custo, e pode ser adotado por outras unidades do SENAI ou escolas técnicas que buscam integrar a teoria da qualidade com a prática, transformando seus alunos em agentes ativos e competentes na gestão e organização do seu futuro ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Portaria nº 485, de 11 de novembro de 2005**. [Dispõe sobre a NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde]. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=726447. Acesso em: 9 jun. 2026.

CAMPELLO, Tereza *et al.* Faces da desigualdade no Brasil: um olhar sobre os que ficam para trás. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 54-66, 2018.



CUSIN, R.; SILVA, V.V.M.; NEUMANN, C. S. R.; NEUMANN, C. S. R. Controle e gerenciamento do consumo de materiais em estoque no almoxarifado de um laboratório de controle de qualidade. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012.

FERNANDES, R. S.; SOUSA, L. R. C.; SANTOS, T. L. Análise, investigação e avaliação da gestão da qualidade no processo de mineração: um estudo de caso sobre as divergências nos desvios de estoque de minério de ferro. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 3, p. 770-793, 2021. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4252/2065>. Acesso em: 9 jun. 2026.

FONSECA, Jemima Gonçalves Pinto *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem no ensino da química para o novo ensino médio. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 9, p. e5904, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/5904/4348>. Acesso em: 9 jun. 2026.

FORNARI JÚNIOR, C. C. M. Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 9, p. 104-112, 2010.

GAMA, Rayane Santos *et al.* Metodologias para o ensino de química: o tradicionalismo do ensino disciplinador e a necessidade de implementação de metodologias ativas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5687>. Acesso em: 09 jun. 2026.

GROCHAU, I. H. **Conjunto de ações para implementação de sistema de gestão da qualidade em laboratório de ensaio e calibração de instituições de ensino superior, de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

LOURENÇO, Rafael Willian; SOUZA ALVES, Janaína Gonçalves de; SILVA, Ana Paula Rodrigues da. Por uma aprendizagem significativa: metodologias ativas para experimentação nas aulas de ciências e química no Ensino Fundamental II e Médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 35037-35045, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/27720/21925>. Acesso em: 9 jun. 2026.

MENEZES, Gabriela Almeida *et al.* Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em Laboratório de Ensino em um Curso de Graduação em Química. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58743-58756, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15090/12454>. Acesso em: 9 jun. 2026.



OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

RIBEIRO, F. T. **A importância do Kaizen e da metodologia de resolução de problemas para o processo de melhoria contínua dos resultados ao nível do chão de fábrica**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

RODRIGUES, T. R. S. A. **Implantação do processo de gestão da qualidade em Laboratório de pesquisa e ensino em química**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, Marina Pereira da. **Atuação do SENAI na formação profissional para a Indústria 4.0 no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia/Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SILVA, Francisco Roberto da Carvalho. Formação docente na educação profissional e tecnológica: perspectivas e desafios para inclusão escolar no ensino médio integrado. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 12, n. 31, p. 223-243, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/article/view/22817/15536>. Acesso em: 9 jun. 2026.

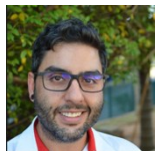
SORATO, Maria Helena Machado; FIUZA, Patricia Jantsch; MARCELINO, Roderval. Tecnologia móvel e educação: BYOD—traga o seu próprio dispositivo. **Artefactum – Revista de Estudos em Linguagem e Tecnologia**, ano 12, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.artefactumjournal.com/index.php/artefactum/article/view/1825/860>. Acesso em: 9 jun. 2026.

SOUZA, Luan D. de *et al.* Tecnologias digitais no ensino de Química: uma breve revisão das categorias e ferramentas disponíveis. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 713-746, 2021. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4214>. Acesso em: 9 jun. 2026.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola SENAI Ricardo Figueiredo Terra em Paulínia (SP) pela valiosa oportunidade de utilizar seus espaços e laboratórios, além de fornecer o suporte institucional necessário para a realização deste estudo de caso. Um agradecimento especial estende-se aos alunos do curso de formação continuada em qualidade na área química, cujo engajamento, protagonismo e dedicação na idealização e execução prática das ferramentas de gestão foram fundamentais para o sucesso deste projeto. Por fim, agradecemos aos docentes, técnicos e demais funcionários da instituição, cujo apoio técnico e contribuições nos questionários de percepção permitiram a validação e a consolidação desta melhoria contínua no ambiente de ensino.

Sobre os Autores:

ⁱ Roniel Augusto de Souza

Engenheiro Químico pela Universidade Metodista de Piracicaba, atualmente especialista em Análise Instrumental Avançada pela Faculdade SENAI Mario Amato. Com mestrado em biopolímeros e MBA em gestão de processos, possui experiência em Engenharia de Processos. Atua como instrutor na Escola SENAI Ricardo Figueiredo Terra, lecionando disciplinas de química, matemática e informática para diversos níveis na Escola SENAI de Paulínia (SP).
<https://orcid.org/0000-0002-0563-9968>

ⁱⁱ Camila Ortulan Pereira

Doutora em Ciências pela USP e pós-graduada em Análise Instrumental Avançada pelo SENAI. Com sólida formação acadêmica em Química e Oceanografia, inclui experiência internacional no *Royal Netherlands Institute for Sea Research* (NIOZ), na Holanda. Com mais de 8 anos de experiência docente em nível superior e técnico, é atualmente instrutora de formação profissional na área de química na Escola SENAI de Paulínia (SP) e professora de ensino superior do curso de Processos Químicos na Faculdade de Tecnologia de Campinas.
<https://orcid.org/0009-0005-4482-1104>