EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Curricularização da Extensão na Engenharia de Produção a partir de uma Consultoria Estruturada pelo Ciclo PDCA em Cooperativa de Reciclagem

Bruna Maria Gerônimo
Engenharia de Produção Agroindustrial - UNESPAR
Ana Júlia Ferreira de Castro
Engenharia de Produção Agroindustrial - UNESPAR
Franciely Belbit Machado
Engenharia de Produção Agroindustrial - UNESPAR
Rubya Viera de Mello Campos
Engenharia de Produção Agroindustrial - UNESPAR
Márcia de Fátima Morais
Engenharia de Produção Agroindustrial - UNESPAR

Resumo: A extensão universitária constitui um dos pilares da formação superior brasileira e se fundamenta no princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Compreendida como uma via de mão dupla entre universidade e sociedade, favorece o diálogo e a articulação de diferentes saberes na busca por respostas às demandas da comunidade. Nesse contexto, compartilhar práticas de curricularização da extensão mostra-se relevante para subsidiar decisões pedagógicas de docentes e núcleos docentes estruturantes de diferentes cursos e instituições. Este estudo analisa como a estrutura do ciclo PDCA, aplicada em um projeto de extensão na disciplina de Engenharia da Qualidade da Universidade Estadual do Paraná, funcionou como estratégia de curricularização. Trata-se de um relato qualitativo, do tipo estudo de caso, com análise documental de uma consultoria técnica realizada por discentes junto a uma cooperativa de resíduos recicláveis de Campo Mourão (PR, Brasil), relacionando as quatro fases do PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir) às competências técnicas mobilizadas em cada etapa e ao ciclo de aprendizagem vivencial de Kolb. A organização da extensão em torno do PDCA mobilizou diagnóstico organizacional, priorização de problemas por meio da matriz GUT, padronização de processos, projeto de *layout* industrial e transferência de conhecimento à comunidade atendida, com indícios de enriquecimento da formação profissional relatados pelos próprios discentes. Como contribuição, este estudo oferece a docentes um modelo replicável de curricularização que aproveita a estrutura metodológica já prevista na disciplina.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa, Diagnóstico organizacional, Ensino de engenharia, Formação profissional, Gestão da qualidade.

Curricularization of Extension in Industrial Engineering through a Consultancy Structured by the PDCA Cycle in a Recycling Cooperative

Abstract: University extension is one of the pillars of Brazilian higher education and is grounded in the principle of the inseparability of teaching, research, and extension. Understood as a two-way relationship between the university and society, it fosters dialogue and the integration of different

forms of knowledge in the search for responses to community needs. In this context, sharing practices related to the curricular integration of university extension is relevant for supporting pedagogical decision-making by faculty members and structuring faculty committees across different academic programs and institutions. This study analyzes how the structure of the PDCA cycle, applied in an extension project in the Quality Engineering course at Paraná State University, functioned as a curricularization strategy. This is a qualitative report, of the case study type, with documentary analysis of a technical consultancy carried out by students with a recyclable waste cooperative in Campo Mourão (PR, Brazil), relating the four phases of the PDCA cycle (Plan, Do, Check, and Act) to the technical competencies mobilized at each stage and to Kolb's experiential learning cycle. Organizing the extension activity around the PDCA cycle mobilized organizational diagnosis, problem prioritization through the GUT matrix, process standardization, industrial layout design, and knowledge transfer to the community served, with indications of enrichment in professional education reported by the students themselves. As a contribution, this study offers instructors a replicable curricularization model that leverages the methodological structure already present in the course.

Keywords: Active learning, Engineering education, Organizational diagnosis, Professional education, Quality management.

1. Introdução

A extensão universitária constitui um dos pilares da formação superior brasileira, consagrada pela Constituição Federal de 1988 como parte do princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, e caracterizada na literatura como uma via de mão dupla que aproxima a universidade da sociedade, permitindo a construção conjunta de soluções para problemas reais (FREIRE, 1971; FORPROEX, 2012). A Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018, instituiu as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira, determinando que, no mínimo, 10% da carga horária total dos cursos de graduação seja destinada a atividades de extensão (BRASIL, 2018), regulamentando a Meta 12.7 do Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014). A norma exige a incorporação orgânica da extensão aos currículos, processo que a literatura da área educacional tem denominado curricularização da extensão.

Estudos recentes têm evidenciado esse duplo impacto da extensão, sobre a formação do estudante e sobre a comunidade atendida. Canon e Pelegrinelli (2019) demonstram que a participação em projetos de extensão impacta positivamente a formação profissional dos discentes, contribuindo para o desenvolvimento de competências que a formação estritamente disciplinar não alcança. Lopes e Carbinatto (2023), ancoradas na pedagogia freiriana, destacam que a extensão universitária, quando estruturada dialogicamente, produz benefícios recíprocos entre universidade e comunidade, superando a lógica assistencialista. Rubião (2024) argumenta que a extensão cumpre também um papel transformador mais amplo, associado ao desenvolvimento de espírito cívico e de responsabilidade social, funcionando como contraponto a lógicas de ensino superior centradas exclusivamente no mérito individual.

Nos cursos de Engenharia de Produção, essa exigência encontra um terreno já favorável: a própria natureza aplicada da formação, voltada à análise, ao projeto e à melhoria de sistemas produtivos, aproxima-se estruturalmente da lógica de intervenção que caracteriza a extensão universitária. Oliveira, Tosta e Freitas (2020), em uma análise bibliométrica, evidenciaram que a produção científica brasileira sobre curricularização da extensão ainda é incipiente e dispersa entre diferentes áreas do conhecimento, com poucos trabalhos concentrados especificamente na Engenharia de Produção. Relatos pontuais existem em áreas afins, a exemplo de Santos (2021), que descreve experiência de curricularização em curso de Engenharia de Transportes, e de Melo et al. (2023), que, em cursos de Computação, área de perfil técnico semelhante, registram que ainda são poucos os relatos

que evidenciam o alinhamento das práticas extensionistas às diretrizes curriculares nacionais.

Diante desse cenário, coloca-se o seguinte problema: *como a estrutura metodológica de uma disciplina técnica de Engenharia de Produção pode ser mobilizada para operacionalizar a curricularização da extensão, de modo replicável por outros docentes da área?* Assim, o objetivo deste trabalho é analisar como a estrutura do ciclo PDCA, aplicada em um projeto de extensão na disciplina de Engenharia da Qualidade da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), funcionou como estratégia pedagógica de curricularização da extensão, evidenciando as competências técnicas mobilizadas em cada fase do processo e relacionando essa estrutura ao ciclo de aprendizagem vivencial de Kolb (1984).

Dessa forma, este artigo trata-se de um relato de experiência de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, fundamentado na análise documental de uma consultoria técnica, estruturada segundo as quatro fases do ciclo PDCA, realizada por discentes junto a uma cooperativa de resíduos recicláveis de Campo Mourão (PR), a qual não apenas recebeu as soluções propostas, mas também atuou ativamente em sua construção.

Além disso, o artigo está dividido em cinco seções: a primeira contextualiza o tema, apresenta o problema, o objetivo e a metodologia; a segunda detalha os procedimentos metodológicos; a terceira traz o referencial teórico; a quarta apresenta os resultados e a discussão, organizados segundo as fases do PDCA; e a quinta apresenta as conclusões.

2. Metodologia

Este artigo caracteriza-se como um relato de experiência de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, fundamentado na análise documental do processo de consultoria técnica desenvolvido por discentes da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) no âmbito da disciplina de Engenharia da Qualidade, na qual a atividade de extensão foi inserida como atividade complementar vinculada ao componente curricular. Essa opção metodológica se justifica porque o objeto de estudo não é a cooperativa em si, mas o processo formativo que a intervenção técnica proporcionou aos discentes envolvidos, o que demanda uma abordagem interpretativa capaz de relacionar as entregas técnicas produzidas às competências profissionais mobilizadas em cada etapa.

A unidade de análise é o processo de intervenção conduzido junto à cooperativa de resíduos recicláveis de Campo Mourão (PR), estruturado segundo as quatro fases do ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir), desenvolvido entre agosto de 2025 e agosto de 2026. A coleta de dados incluiu visitas técnicas dos discentes à cooperativa, nas quais foi possível acompanhar *in loco* as etapas do processo de trabalho dos cooperados, do recebimento dos materiais recicláveis à triagem e à comercialização. Os discentes tiveram, ainda, acesso aos registros manuais mantidos pelos próprios funcionários da cooperativa referentes ao recebimento, à triagem e à venda dos materiais, os quais, somados à observação direta, subsidiaram o diagnóstico organizacional. A fonte documental primária para a análise deste artigo foi o roteiro de execução do projeto, documento orientador elaborado pela docente orientadora, para conduzir a equipe discente na condução da consultoria, complementado pelos registros técnicos produzidos ao longo do processo: diagnóstico organizacional, matriz de priorização GUT, mapeamento de processos, propostas de *layout*, Procedimentos Operacionais Padrão (POP), planos de ação estruturados pela ferramenta 5W2H e plano de monitoramento pós-implantação.

A análise adotou como estratégia interpretativa o mapeamento das competências técnicas mobilizadas em cada fase do PDCA, relacionando-as a três referenciais: as ferramentas e conceitos previstos na ementa da disciplina de Engenharia da Qualidade, as áreas de conhecimento da Engenharia de Produção definidas pela Associação Brasileira de

Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), e as fases do ciclo de aprendizagem vivencial de Kolb (1984). Esse procedimento permite evidenciar, a partir das entregas técnicas produzidas, o processo formativo subjacente à experiência de extensão, abordagem pertinente em contextos nos quais a extensão está vinculada à disciplina como atividade complementar, sem coleta sistemática de dados de percepção discente, mas em que a qualidade e a completude do trabalho técnico produzido constituem, elas próprias, evidência do processo de aprendizagem.

Registra-se como limitação metodológica que este relato não incorpora instrumentos formais de avaliação da percepção dos discentes ou da cooperativa sobre a experiência formativa, restringindo a análise sistemática à dimensão técnico-documental do processo. Cabe registrar, ainda que sem valor de dado sistematizado, que os próprios discentes, ao apresentarem os resultados do projeto, relataram verbalmente que a experiência contribuiu para o enriquecimento de sua formação na profissão, relato informal que não substitui a necessidade de instrumentos estruturados de avaliação, mas que é retomado como indício qualitativo na discussão e nas conclusões, como agenda de pesquisa futura.

3. Referencial Teórico

Esta seção apresenta o referencial teórico que sustenta a análise proposta neste artigo, articulado em três eixos complementares: a trajetória da extensão universitária brasileira e o processo de curricularização, a relação entre o ensino de Engenharia de Produção e as metodologias ativas de aprendizagem, e a consultoria técnica, estruturada por ferramentas da qualidade, como estratégia didática de operacionalização da extensão.

3.1 Extensão universitária e curricularização

As primeiras referências a atividades de extensão no Brasil remontam ao início do século XX, em faculdades paulistanas que mais tarde dariam origem à Universidade de São Paulo, e ganharam formalização em 1931, quando o governo federal incluiu a extensão entre as finalidades do sistema universitário brasileiro. Em 1962, foi criado o primeiro Serviço de Extensão Universitária do país, na então Universidade do Recife, sob direção de Paulo Freire, que ofereceu a crítica mais influente ao conceito tradicional de extensão em *Extensão ou comunicação?,* associando o termo a uma lógica unidirecional, a universidade estendendo conhecimento pronto a uma comunidade receptora, e propondo, em seu lugar, uma relação dialógica de comunicação de saberes (FREIRE, 1971). A criação do Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, em 1987, consolidou institucionalmente essa perspectiva, e a Política Nacional de Extensão Universitária, aprovada em 2012, definiu a extensão como via de mão dupla entre universidade e sociedade (FORPROEX, 2012).

A determinação de curricularização ganhou força vinculante com a Lei nº 13.005/2014, cuja Meta 12.7 estabeleceu o mínimo de 10% de créditos curriculares em extensão (BRASIL, 2014), regulamentada pela Resolução CNE/CES nº 7/2018 (BRASIL, 2018). A pesquisa sobre a implementação da curricularização ainda é incipiente: Oliveira, Tosta e Freitas (2020) evidenciam, em análise bibliométrica, que a produção científica brasileira sobre o tema permanece dispersa entre diferentes áreas do conhecimento. Kangerski et al. (2022) discutem a curricularização como oportunidade para inovação e inclusão social, reforçando que a forma como a extensão é inserida no currículo, seja como componente curricular específico, seja como atividade complementar vinculada a uma disciplina, como no caso relatado neste artigo, decorre de escolhas institucionais distintas, com implicações diferentes para a sustentabilidade da política ao longo do tempo.

A diversidade desses arranjos pode ser ilustrada pela comparação entre duas experiências institucionais de maior escala e o caso relatado neste artigo (Tabela 1). A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, adotou reforma curricular sistêmica

e multicurso, com criação de cargos de gestão específicos e oferta de componentes curriculares extensionistas dedicados em todos os cursos de graduação, incluindo a Engenharia Civil (SAVI et al., 2025). A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por sua vez, investigou a curricularização nas licenciaturas a partir dos significados atribuídos ao processo por diferentes atores institucionais, com base em entrevistas semiestruturadas e no referencial da dialogicidade freiriana (ZANON; CARTAXO, 2022).

Tabela 1 – Comparação entre experiências institucionais de curricularização da extensão

Dimensão	UTFPR	UEPG	UNESPAR (este estudo)
Escopo institucional	Sistêmico, multicurso	Curso específico (licenciaturas)	Disciplina específica (Engenharia da Qualidade)
Modalidade de inserção	Componentes curriculares dedicados	Componente curricular em regulamentação	Atividade complementar vinculada à disciplina
Abordagem metodológica	Descritiva e estatística	Qualitativa, entrevistas com 17 atores	Estudo de caso e análise documental
Foco da análise	Gestão institucional da oferta e demanda	Significados atribuídos pelos atores	Competências mobilizadas fase a fase

Fonte: Autores (2026), com base em Savi et al. (2025) e Zanon e Cartaxo (2022).

A experiência relatada neste artigo ocupa uma posição particular nesse espectro: de escopo mais restrito que os casos institucionais, mas com maior densidade de detalhamento técnico do processo formativo em si, o que a torna complementar, e não concorrente, a estudos de maior escala.

3.2 Ensino de Engenharia de Produção e aprendizagem ativa

O Ensino de Engenharia e Gestão de Produção figura, na relação de áreas estabelecida pela ABEPRO (2008), ao lado de áreas tradicionalmente centrais como Gestão da Produção, Gestão da Qualidade, Pesquisa Operacional e Engenharia do Produto. Esse reconhecimento institucional indica que a reflexão sobre processos formativos é parte constitutiva da agenda de pesquisa da Engenharia de Produção, e não uma digressão em relação a seu núcleo técnico, o que também é refletido na própria área temática de Educação em Engenharia de Produção deste congresso.

A literatura brasileira sobre ensino de engenharia tem registrado nas últimas duas décadas um deslocamento progressivo de modelos de ensino centrados na transmissão oral de conteúdo pelo docente para metodologias ativas, nas quais o discente assume posição central no processo de aprendizagem. Esse deslocamento não é apenas uma preferência pedagógica, mas responde a uma demanda histórica do mercado de trabalho por profissionais capazes de resolver problemas mal estruturados, para os quais o ensino tradicional, baseado em exercícios de solução única e conteúdo fechado, oferece preparação limitada (SUTILI; RAINERI, 2022; REIS; ALVES; WENDLAND, 2023).

Silva e Tonini (2017), ao analisarem a formação de engenheiros no CEFET-MG a partir do protótipo *Baja*, argumentam que atividades práticas de longa duração, vinculadas a um problema técnico real e a uma entrega concreta, favorecem o desenvolvimento de saberes que a formação teórica isoladamente não alcança, achado diretamente pertinente ao caso relatado neste artigo, cuja intervenção se estendeu por um ano completo, de agosto de 2025 a agosto de 2026. De forma convergente, Silva e Tonini (2018) discutem como o processo educativo baseado em problemas contribui para a formação de competências

profissionais do engenheiro, ao aproximar o processo de ensino da lógica de resolução de problemas que caracteriza o exercício da profissão, argumento que reforça a escolha metodológica de ancorar a extensão relatada neste artigo em uma demanda real de uma cooperativa, e não em um estudo de caso hipotético construído para fins didáticos.

Oliveira-Melo, Sant'Anna e Barbosa (2025), em experiência conduzida na Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Salgueiro, também com disciplinas de Gestão da Qualidade e Gestão de Serviços do curso de Engenharia de Produção, evidenciam, por meio de formulário de avaliação respondido por 20 estudantes, uma percepção predominantemente positiva quanto à dinamicidade das disciplinas conduzidas por metodologias ativas associadas à curricularização da extensão e quanto ao impacto dessas metodologias na aquisição de competências profissionais, como comunicação, trabalho em equipe e tomada de decisão sob incerteza. Essa evidência empírica, obtida por instrumento formal em contexto institucional próximo ao relatado neste artigo, mesma área do curso, disciplinas de perfil semelhante, oferece um contraponto valioso à limitação metodológica deste estudo e reforça a plausibilidade de que ganhos formativos semelhantes tenham ocorrido também na experiência da UNESPAR.

3.3 A consultoria como estratégia didática

A metodologia do ciclo PDCA, amplamente empregada na gestão da qualidade desde os trabalhos de Deming (1986), organiza a melhoria contínua de processos em quatro etapas sequenciais: planejamento, execução, verificação e ação corretiva. Ao ciclo PDCA associam-se, na prática da gestão da qualidade, ferramentas de apoio à decisão que operacionalizam cada uma de suas fases, entre as quais se destacam a matriz GUT, empregada para priorizar problemas a partir da avaliação de sua gravidade, urgência e tendência, e a ferramenta 5W2H, utilizada para estruturar planos de ação a partir de sete perguntas orientadoras (INÁCIO et al., 2023). Embora historicamente concebidas para o contexto empresarial, essas ferramentas têm sido crescentemente aplicadas também em contextos de gestão pública e de serviços, como evidenciam Ribeiro, Macêdo e Santos (2021), ao empregarem diagrama de Ishikawa, matriz GUT e 5W2H para subsidiar a implantação de um sistema de gestão da qualidade em uma instituição federal de ensino, achado que sustenta a transponibilidade dessas mesmas ferramentas para o diagnóstico de uma cooperativa de reciclagem, ambiente organizacional tão distinto do fabril quanto o são os serviços públicos.

Nesse referencial, Slack, Chambers e Johnston (2010) cumprem um papel específico neste artigo: sua obra fornece o arcabouço conceitual de administração da produção efetivamente utilizado pelos discentes na condução da consultoria relatada na Seção 4, sobretudo nos conceitos de projeto de processo, arranjo físico (layout) e gestão da capacidade, mobilizados diretamente na elaboração do estudo comparativo entre o layout atual e o layout proposto para a cooperativa. Chiavenato (2014), por sua vez, contribui com o referencial de administração geral que orientou a própria organização da equipe discente em papéis e responsabilidades definidos, bem como os conceitos de treinamento e desenvolvimento de pessoas que sustentam teoricamente a estratégia *Train the Trainer* adotada na fase Agir da consultoria. Não se trata, portanto, de referências genéricas de apoio, mas de obras cujo conteúdo conceitual corresponde, ponto a ponto, a decisões metodológicas efetivamente tomadas pela equipe discente ao longo da consultoria.

Essa correspondência entre o arcabouço técnico da disciplina e a prática da consultoria é o que sustenta o argumento central deste artigo: o próprio ciclo PDCA, utilizado como metodologia da consultoria técnica relatada, pode ser tomado como lente de análise da curricularização da extensão, evidenciando, fase a fase, o processo formativo que a experiência proporcionou, em diálogo direto com o ciclo de aprendizagem vivencial de Kolb

(1984), composto por experiência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata e experimentação ativa, estrutura sequencial semelhante à do próprio PDCA.

4. Resultados e Discussão

A cooperativa estudada atua na coleta, triagem e destinação de materiais recicláveis no município de Campo Mourão (PR), desempenhando papel relevante na cadeia da reciclagem, com contribuições para a redução de impactos ambientais, geração de renda e promoção da sustentabilidade. Antes da intervenção, a organização enfrentava limitações operacionais típicas do segmento, como ausência de padronização dos processos, organização inadequada do ambiente de trabalho, falhas no fluxo de materiais e condições de segurança não ideais, cenário que motivou a demanda por consultoria técnica dirigida à equipe discente ao longo do período de agosto de 2025 a agosto de 2026.

A equipe de consultoria foi estruturada com seis funções específicas, liderança, análise de processos em duas frentes, especialista em qualidade, analista de segurança e projetista de layout, reproduzindo, em escala didática, uma estrutura organizacional real de projeto, nos termos discutidos por Chiavenato (2014). A definição clara de papéis e responsabilidades, comum a projetos de engenharia, constituiu já uma primeira competência mobilizada pela experiência: a gestão de projetos e a divisão do trabalho em equipe.

4.1 Fase Planejar

A fase de planejamento foi conduzida por meio de visitas de campo, nas quais os discentes acompanharam in loco as etapas do processo de trabalho dos cooperados, do recebimento dos materiais recicláveis à triagem e à comercialização, e tiveram acesso aos registros manuais mantidos pelos próprios funcionários da cooperativa. Complementarmente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com a gestora e cooperados-chave. O diagnóstico identificou limitações estruturais relevantes, como uma esteira de separação subutilizada em razão de inadequação ergonômica de altura, desorganização no processo de recebimento, caminhões descarregando sem sequência definida, e priorização incorreta da triagem, com acúmulo de resíduos mais antigos e geração de odores.

Os problemas identificados foram hierarquizados por meio da matriz GUT, permitindo priorizar os esforços de melhoria para os pontos mais críticos do sistema produtivo, como pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 – Priorização dos problemas identificados (Matriz GUT)

Problema identificado	G	U	T	GxUxT
Desorganização no recebimento	5	5	5	125
Priorização incorreta da triagem	5	5	4	100
Acúmulo de resíduos e geração de odores	5	4	5	100
Não utilização da esteira (problema ergonômico)	4	4	4	64
Layout inadequado e limitação de espaço físico	4	3	4	48

Fonte: Autores (2026)

Os três problemas de maior criticidade, desorganização no recebimento, priorização incorreta da triagem e acúmulo de resíduos, concentram-se justamente nas etapas iniciais do fluxo produtivo da cooperativa, o que orientou a equipe discente a priorizar, nas fases seguintes do PDCA, soluções voltadas à reorganização do recebimento e à implementação de critérios objetivos de sequenciamento da triagem, como o método FIFO (*first in, first out*). Do ponto de vista formativo, esta fase mobilizou competências de coleta e análise de dados, diagnóstico organizacional e leitura ergonômica de processos produtivos. Cabe destacar

que os problemas priorizados não foram apresentados previamente aos discentes: emergiram da investigação de campo ao longo de meses de acompanhamento, aproximando a experiência da lógica de aprendizagem baseada em problemas reais (SILVA; TONINI, 2018) e correspondendo, no ciclo de Kolb, ao momento de experiência concreta seguido de observação reflexiva.

4.2 Fases Fazer e Checar

Com base no diagnóstico, a equipe elaborou um conjunto de soluções técnicas: Procedimentos Operacionais Padrão (POP) para as atividades de recebimento, triagem e armazenamento; um Manual de Boas Práticas voltado à organização do ambiente, higiene ocupacional e uso de Equipamentos de Proteção Individual; e um estudo comparativo de layout, contrapondo o cenário atual, fluxo predominantemente linear, mas com estoques dispersos e ausência de segregação entre fluxos de entrada e saída, em galpão de aproximadamente 1.400 m² (25 m por 56 m), a um cenário proposto, com acessos independentes de recebimento e expedição e reposicionamento centralizado da esteira de triagem, mobilizando diretamente os conceitos de projeto de processo e arranjo físico discutidos por Slack, Chambers e Johnston (2010).

As propostas foram consolidadas em planos de ação estruturados pela ferramenta 5W2H, detalhando o que seria feito, por que, onde, quando, por quem, como e a que custo estimado. A fase de verificação envolveu uma revisão cruzada interna, na qual cada documento produzido foi analisado por um integrante da equipe diferente daquele responsável por sua elaboração, e uma validação externa, junto à gestora e aos cooperados diretamente envolvidos nos processos analisados. Nessa etapa, a cooperativa não atuou como receptora passiva das soluções propostas: a gestora e os cooperados avaliaram as soluções apresentadas, sugerindo ajustes práticos com base em seu conhecimento tácito da rotina operacional, os quais foram incorporados antes da consolidação do relatório final. Essa participação ativa da cooperativa na construção das soluções, e não apenas em sua validação final, aproxima a experiência formativa da lógica de extensão como via de mão dupla (FREIRE, 1971), não a universidade levando soluções prontas à comunidade, mas construindo-as em diálogo com ela.

4.3 Fase Agir

A equipe adotou a estratégia *Train the Trainer*, capacitando cooperados como multiplicadores internos dos procedimentos implantados, estratégia ancorada nos conceitos de treinamento e desenvolvimento discutidos por Chiavenato (2014), e estruturou um plano de monitoramento com auditorias internas periódicas, verificando indicadores como o cumprimento dos POP, a correta utilização dos Equipamentos de Proteção Individual, o funcionamento adequado da esteira de triagem, a aplicação do sistema FIFO e as condições gerais de organização do ambiente de trabalho.

Na apresentação formal de encerramento à cooperativa, os discentes relataram verbalmente que o projeto contribuiu para o enriquecimento de sua formação profissional, manifestação espontânea que, embora não decorra de instrumento estruturado de avaliação, constitui um indício qualitativo de que a experiência foi percebida pelos próprios participantes como formativa, coerente com os achados de Oliveira-Melo, Sant'Anna e Barbosa (2025) em experiência semelhante avaliada por instrumento formal. No ciclo de Kolb, essa fase completa a experimentação ativa, na medida em que o conhecimento produzido é transferido para ser efetivamente aplicado e testado pela própria cooperativa.

4.4 Síntese e discussão

A correspondência entre as fases do PDCA, o ciclo de Kolb (1984) e as competências de área da ABEPRO mobilizadas em cada etapa está sistematizada na Tabela 3.

Tabela 3 – Correspondência entre as fases do PDCA, o ciclo de aprendizagem de Kolb e as competências mobilizadas

Fase PDCA	Fase do Ciclo de Kolb	Competências mobilizadas
Planejar	Experiência concreta e observação reflexiva	Diagnóstico organizacional, coleta e análise de dados, ergonomia
Fazer	Conceituação abstrata	Gestão da qualidade, padronização de processos, projeto de *layout*
Checar	Início da experimentação ativa	Validação técnica, comunicação com *stakeholders*
Agir	Experimentação ativa e novo ciclo	Gestão de projetos, treinamento, transferência de conhecimento

Fonte: Autores (2026)

A análise das quatro fases evidencia que a estruturação da atividade de extensão em torno do ciclo PDCA não funcionou apenas como ferramenta de gestão da qualidade aplicada à cooperativa, mas também como uma arquitetura pedagógica capaz de organizar, sequencialmente, a mobilização de competências centrais da Engenharia de Produção. Essa correspondência não é meramente formal: cada ferramenta técnica empregada, a matriz GUT na priorização de problemas, o 5W2H na estruturação de planos de ação, o estudo de *layout* na fase de projeto, corresponde a um momento específico de aprendizagem, o que sugere que a escolha da disciplina de Engenharia da Qualidade como espaço de curricularização não foi arbitrária, mas se beneficiou de uma coincidência estrutural entre o método técnico ensinado e o método pedagógico necessário para ensiná-lo em contexto real.

Um aspecto que merece destaque é a natureza cumulativa do diagnóstico obtido ao longo do período de um ano de acompanhamento: os problemas de maior criticidade identificados pela matriz GUT, desorganização no recebimento, priorização incorreta da triagem e acúmulo de resíduos, concentram-se todos na etapa inicial do fluxo produtivo da cooperativa. Essa concentração não foi um dado previamente conhecido pelos discentes, mas emergiu da observação direta e do acesso aos registros manuais da cooperativa, o que indica que o valor formativo da experiência não residiu apenas na aplicação de ferramentas já conhecidas em sala de aula, mas na necessidade de validar, contra uma realidade organizacional concreta, se essas ferramentas efetivamente captavam os problemas relevantes daquele contexto específico, exercício de julgamento técnico que um estudo de caso hipotético dificilmente proporcionaria.

A fase *Checar*, por sua vez, introduz um elemento pouco discutido na literatura de ensino de engenharia: a validação do conhecimento técnico produzido junto a um público não acadêmico. A revisão cruzada interna, seguida da apresentação da documentação preliminar à cooperativa, com coleta de sugestões e ajustes, aproxima a experiência formativa de uma lógica de extensão como via de mão dupla (FREIRE, 1971), não a universidade levando soluções prontas à comunidade, mas construindo-as em diálogo com ela. Essa dupla validação, técnica entre pares e prática junto ao usuário final, distingue a experiência relatada de exercícios de sala de aula em que a entrega é avaliada exclusivamente pelo docente.

A fase *Agir*, com a adoção da estratégia *Train the Trainer* e do plano de monitoramento, revela uma competência frequentemente ausente da formação tradicional em engenharia: a preocupação com a sustentabilidade do conhecimento transferido após o encerramento da intervenção acadêmica. Ao deslocar o resultado da consultoria de um produto técnico estático para um processo capaz de se manter independente da presença da equipe discente, essa fase dialoga diretamente com o propósito extensionista de gerar impacto duradouro na comunidade atendida, e não apenas cumprir uma exigência curricular pontual.

Em conjunto, esses achados sugerem que a vinculação de atividades de extensão a disciplinas técnicas de natureza fortemente instrumental, como a Engenharia da Qualidade, pode ser potencializada quando a própria estrutura metodológica da disciplina, e as ferramentas de qualidade a ela associadas, é reaproveitada como estrutura pedagógica da experiência extensionista, sem exigir a criação de novos componentes curriculares. O relato espontâneo dos discentes sobre o enriquecimento de sua formação profissional, ainda que não sistematizado, converge com esse argumento e encontra eco na experiência de Oliveira-Melo, Sant'Anna e Barbosa (2025) em contexto institucional próximo.

Cabe registrar, contudo, que a modalidade adotada, atividade complementar vinculada à disciplina, representa um estágio intermediário da curricularização, distinto da criação de componentes curriculares específicos, tal como discutido por Kangerski et al. (2022) e ilustrado pelo contraste com os casos institucionais apresentados na Tabela 1. Esse formato oferece flexibilidade de implementação, mas depende da iniciativa docente para sua continuidade, o que constitui uma limitação estrutural a ser considerada por outros cursos que pretendam replicar a experiência.

5. Conclusões

Este artigo analisou a experiência de curricularização da extensão desenvolvida na disciplina de Engenharia da Qualidade do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), tomando como caso um projeto de consultoria técnica realizado por discentes junto a uma cooperativa de resíduos recicláveis de Campo Mourão (PR), ao longo do período de agosto de 2025 a agosto de 2026. O objetivo geral foi analisar como a estrutura do ciclo PDCA, aplicada a essa consultoria, funcionou como estratégia pedagógica de curricularização da extensão, evidenciando as competências técnicas mobilizadas em cada fase do processo e relacionando essa estrutura ao ciclo de aprendizagem vivencial de Kolb (1984).

Para tanto, adotou-se um relato de experiência de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, fundamentado na análise documental do roteiro de execução do projeto e dos registros técnicos produzidos ao longo da consultoria, diagnóstico organizacional, matriz GUT, propostas de layout, Procedimentos Operacionais Padrão e planos de ação 5W2H, relacionando as entregas de cada fase do PDCA às ferramentas e conceitos previstos na ementa da disciplina, às áreas de conhecimento da ABEPRO e às fases do ciclo de Kolb.

Os resultados indicam que a estruturação da atividade extensionista em torno do ciclo PDCA constituiu uma estratégia eficaz de curricularização, mobilizando diagnóstico organizacional, priorização racional de problemas, padronização de processos, projeto de layout industrial e transferência de conhecimento à comunidade atendida. A concentração dos problemas de maior criticidade nas etapas iniciais do fluxo produtivo da cooperativa, identificada apenas por meio de observação direta ao longo de um ano de acompanhamento, evidenciou o valor formativo de uma intervenção de longa duração vinculada a um problema técnico real, e não previamente delimitado pelo docente. Os discentes relataram, ainda, de forma espontânea, que a experiência contribuiu para o enriquecimento de sua formação profissional.

Como contribuição, este trabalho oferece a outros docentes e núcleos docentes estruturantes de cursos de Engenharia de Produção um modelo replicável de curricularização que não exige a criação de novos componentes curriculares, aproveitando a estrutura metodológica e as ferramentas de qualidade já previstas em disciplinas como a Engenharia da Qualidade. Contribui, ainda, para a literatura ainda incipiente sobre curricularização em disciplinas técnicas de Engenharia de Produção, evidenciando a correspondência entre as fases do ciclo PDCA e diferentes naturezas de aprendizagem ativa.

Como principal limitação, destaca-se a ausência de instrumento formal de avaliação da percepção discente e da cooperativa sobre a experiência formativa, restando apenas o relato espontâneo dos estudantes como indício qualitativo, o que restringiu a análise sistemática à dimensão técnico-documental do processo. Sugere-se, como trabalho futuro, a aplicação de instrumentos estruturados de avaliação de aprendizagem, fundamentados no próprio ciclo de Kolb, junto aos discentes que participaram desta consultoria, de modo a permitir uma triangulação entre a evidência documental aqui apresentada e a percepção dos atores envolvidos, além de estudos comparativos entre diferentes modalidades de vinculação curricular da extensão, atividade complementar versus componente curricular específico, em outras disciplinas técnicas de cursos de Engenharia de Produção.

Referências

ABEPRO. **Áreas e subáreas de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE). Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018. **Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CANON, C. A. S.; PELEGRINELLI, G. Extensão Universitária: o impacto de um projeto de extensão na formação profissional dos discentes na educação superior. **Revista UFG**, Goiânia, v. 19, p. 1-15, 2019.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

DEMING, W. E. **Out of the crisis**. Cambridge: MIT Press, 1986.

FORPROEX. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Manaus: FORPROEX, 2012.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

INÁCIO, L. C. dos R.; AVELINO, S. F.; SANJULIÃO, L. R. K. A.; REIS, M. J.; BORGES, V. de O.; PIANTINO, L. F. M.; PINTO, R. A. N.; SILVA, H. M. da. Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 10, p. 17413-17427, 2023.

KANGERSKI, F. A.; PRIM, M.; MACHADO, A. de B.; DANDOLINI, G. A. A curricularização da extensão como oportunidade para promoção da inovação social e inclusão social. **Inclusão Social**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 86-97, 2022.

*KOLB, D. A. **Experiential learning**: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.*

LOPES, P.; CARBINATTO, M. V. Princípios da pedagogia freiriana na extensão universitária em Ginástica para Todos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, p. 1-25, 2023.

MELO, A. M.; MELLO, A. V. de; MATOS, E. de S.; SANTOS, J. M. O. dos. Curricularização da Extensão: experiências e propostas para os cursos superiores de computação. **Anais** Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP), p. 54-55, 2023.

OLIVEIRA, C. V. N. C. de; TOSTA, M. de C. R.; FREITAS, R. R. de. Curricularização da extensão universitária: uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 6, n. 2, p. 114-127, 2020.

OLIVEIRA-MELO, F. G.; SANT'ANNA, Â. M. O.; BARBOSA, A. S. Metodologias ativas e curricularização da extensão em disciplinas do curso de Engenharia de Produção da UNIVASF/Campus Salgueiro. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 11, n. 1, p. 95–111, 2025.

REIS, A.; ALVES, A.; WENDLAND, E. C. Metodologias ativas no ensino superior: um mapeamento sistemático no contexto dos cursos de engenharia. **Educação em Revista**, v. 39, e39012, 2023.

RIBEIRO, R. L. A. de O.; MACÊDO, D. F. de; SANTOS, D. G. Aplicação de ferramentas da qualidade para a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade: estudo de caso no IFAL. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, 2021.

RUBIÃO, A. Ensino superior e solidariedade: uma virada institucional contra a sociedade do mérito. **Educação em Revista**, v. 40, e39180, 2024.

SANTOS, A. M. Curricularização da extensão universitária: relato de uma experiência num curso de engenharia de transportes. **Revista Extensão & Cidadania**, v. 9, n. 16, p. 136-152, 2021.

SAVI, C. L.; MOLINETE, H. B.; BISCONSINI, D. R.; BERNARTT, M. de L. Curricularização da extensão: desdobramentos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Conexões: Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 19, p. 1-14, 2025.

SILVA, J. C.; TONINI, A. M. O desenvolvimento de saberes e a aprendizagem ativa na formação de engenheiros: o caso do protótipo Baja no CEFET-MG. **Trabalho & Educação**, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 189–208, maio/ago. 2017.

SILVA, J. C.; TONINI, A. M. O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, p. 364-385, 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R**. Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SUTILI, F. K.; RAINERI, I. A. D. Metodologias ativas na formação do engenheiro do século XXI: desafios e reflexões. **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, v. 25, p. 1-23, 2022.

ZANON, D. P.; CARTAXO, S. R. M. Curricularização da extensão nas licenciaturas. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 17, e20796, 2022.