

# **PROMOVENDO COMPETÊNCIAS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM UMA DISCIPLINA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UFRGS**

Bruna Borin, UFRGS, borin.bru@gmail.com  
Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, UFRGS, macannarozzo@gmail.com  
Márcia Elisa Soares Echeveste, UFRGS, echeveste.mar@gmail.com

## **Tema: Aplicação de metodologias ativas e práticas inovadoras**

**Resumo:** A utilização de metodologias ativas de aprendizagem vem crescendo no âmbito do ensino superior. Dentre as abordagens, a aprendizagem baseada em projetos (do inglês, *Project-based learning* - PBL) é uma das que se destaca, sobretudo, no campo das engenharias. Entretanto, em nível de pós-graduação ainda são escassos os trabalhos que apresentam a aplicação dessa prática. Diante desta lacuna, o presente relato pretende contribuir com a literatura a partir da implementação da abordagem PBL para o desenvolvimento de competências de Engenharia de Requisitos (ER) no contexto de uma disciplina do programa de pós-graduação em engenharia de produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEP - UFRGS). Esta disciplina foi estruturada com o objetivo de desenvolver competências técnicas e interpessoais nos alunos, através da proposição de soluções integradas e sustentáveis para desafios reais de empresas parceiras. Nesse sentido, o desenvolvimento dos projetos possibilita a aproximação da teoria e prática, oportunizando uma experiência realista a partir da resolução de problemas verdadeiros. Os resultados da utilização dessa metodologia de ensino, na percepção dos alunos e professoras, foram positivos. Houve um desenvolvimento significativo de habilidades (técnicas e interpessoais) de ER, dentre as quais destacam-se: trabalho em equipe, aprendizagem colaborativa, desenvolvimento do processo de pensamento lógico e aplicação de conhecimentos em projetos do mundo real. Além disso, foi possível perceber um maior envolvimento dos discentes com as atividades acadêmicas, em relação aos métodos tradicionais de ensino.

**Palavras-chave:** Aprendizagem baseada em projetos; ensino em pós-graduação em engenharia de produção; competências de engenharia de requisitos; soluções integradas sustentáveis.

## 1. Introdução

O emprego de metodologias de aprendizagem ativa para engajamento dos alunos de nível superior e desenvolvimento de competências de alta ordem de cognição tem se demonstrado profícuo em diferentes áreas do conhecimento (PRINCE, 2004; BAEPLER et al., 2014; MONTEIRO et al., 2017; LI et al., 2019; PATEL et al., 2019; FERREIRA e CANEDO, 2020; PARRADO-MARTÍNEZ e SÁNCHEZ-ANDÚJAR, 2020; BRACHMANN et al., 2020). No campo das engenharias, por exemplo, pesquisas apontam diversas experiências bem sucedidas (e.g., HARTIKAINEN et al., 2019; OTERO et al., 2020; CORREA et al., 2023).

Dentre as abordagens aplicadas, a aprendizagem baseada em projetos (do inglês *Project-Based Learning*, PBL) é um método sistemático que possibilita que os alunos sejam protagonistas no processo de construção de conhecimento (THOMAS, 2000; PEREIRA et al., 2017). A partir da proposição de tarefas de investigação, são contemplados conteúdos curriculares tecnológicos, sociais e básicos (NATSU, 2009). Há evidências na literatura que indicam que esse tipo de ensino tende a ser mais eficiente em relação aos modelos tradicionais, no ambiente universitário (CHENG e YANG, 2019; GUO et al., 2020), enquanto que outras pesquisas demonstram níveis de aprendizagem semelhantes em ambas situações de ensino, como os resultados encontrados por Jollands et al. (2012).

O ensino baseado em projetos também cria experiências de aprendizagem autênticas para estudantes de pós-graduação, permitindo a integração entre a teoria e a prática e proporcionando o desenvolvimento de habilidades interpessoais imprescindíveis para atuação no mercado de trabalho (KARIM et al., 2019; PARRADO-MARTÍNEZ e SÁNCHEZ-ANDÚJAR, 2020). Entretanto, a maioria dos estudos sobre PBL concentram-se em cursos de graduação de engenharia (JOLLANDS et al., 2012; PEREIRA et al., 2017; MONTEIRO et al., 2017; KUPPUSWAMY e MHAKURE, 2020), sendo poucos os relatos no âmbito da pós-graduação. Além disso, são escassos os estudos que investigam a integração da extensão universitária no currículo de programas de pós-graduação através da abordagem de desafios reais propostos por empresas parceiras. Este cenário contrasta com a predominância de abordagens baseadas em PBL aplicadas em cursos de nível superior, que enfatizam projetos em contextos reais para solucionar problemas enfrentados por empresas locais (DINIS-CARVALHO et al., 2017).

Diante desta lacuna, o presente estudo busca contribuir com a literatura no que tange às aplicações de metodologias de aprendizagem ativa. Nesse sentido, pretende-se apresentar os resultados da implementação da abordagem PBL para o desenvolvimento de competências de Engenharia de Requisitos (ER) no contexto de um programa de pós-graduação em engenharia de produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEP - UFRGS).

As competências de ER são grandes aliadas para os profissionais que atuam no desenvolvimento de soluções de produtos e serviços (HOLTKAMP et al., 2015). Especificamente, para engenheiros de produção, as competências de ER se tornam essenciais, pois permitem uma compreensão aprofundada das necessidades dos clientes e a tradução eficiente dessas necessidades em requisitos claros e viáveis. A capacidade de lidar com a complexidade, incerteza e mudança é fundamental, exigindo não apenas habilidades técnicas, mas também habilidades interpessoais e de adaptação. Portanto, é crucial que os alunos de cursos de pós-graduação em engenharia de produção (EP) sejam capacitados com essas novas competências, o que demanda novas abordagens de ensino, práticas pedagógicas para aprendizagem ativa e uma maior interação com empresas e problemas reais, a fim de prepará-los adequadamente para enfrentar os desafios cada vez mais complexos do ambiente de trabalho (JANTUNEN et al., 2005; JANTUNEN et al., 2019). Entre as competências necessárias aos futuros praticantes de ER para lidarem com problemas complexos, destacam-se: gerenciamento de projetos, resolução de problemas, liderança e comunicação, pesquisa e sustentabilidade (JOLLANDS et al., 2012; JANTUNEN et al., 2019).

## **2. Descrição do problema**

A partir do desafio de abordar temas atuais como o desenvolvimento de soluções integradas de produtos e serviços sustentáveis englobando diversos métodos e ferramentas de várias áreas de conhecimento (CHANG et al., 2015), somado à necessidade de equilibrar a formação técnica e social, estimular o protagonismo, criatividade e a capacidade de resolver problemas, é pertinente a concepção de disciplinas com uma visão holística (SILVEIRA et al., 2022).

Destarte, para desenvolver soluções integradas e sustentáveis são demandadas competências técnicas e transversais de ER nos profissionais egressos de programas de

pós-graduação em EP. Nesse viés, consubstanciou-se a disciplina Tópicos Especiais em Qualidade - Engenharia de Requisitos para o desenvolvimento de Sistemas Produto-Serviço Sustentável (TEQ-ERPSS), ofertada a alunos dos cursos de mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado do PPGEP-UFRGS.

O principal objetivo da disciplina é aproximar a teoria e a prática, oportunizando uma experiência realista a partir da resolução de problemas verdadeiros. Para tanto, a metodologia PBL é aplicada para propor soluções integradas de produtos e serviços para desafios reais de empresas parceiras, à luz da sustentabilidade, conforme exposto no plano de ensino da disciplina.

Desta forma, a disciplina TEQ-ERPSS busca desenvolver as seguintes competências nos alunos: i) habilidade de identificar e resolver problemas complexos por meio do projeto de soluções integradas de produtos e serviços, considerando requisitos de diversos *stakeholders* críticos; ii) habilidade de coletar e analisar requisitos relevantes e considerar aspectos de sustentabilidade no projeto da solução integrada, desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento e, iii) habilidade de trabalhar em equipe promovendo uma comunicação eficaz de ideias e soluções com os membros da equipe e atores externos envolvidos no projeto, ao encontro do pressuposto por Jollands et al. (2012) e Jantunen et al. (2019).

Sendo assim, o presente relato pretende demonstrar como foi implementado o PBL na referida disciplina ao longo de três anos de aplicação (2020, 2022 e 2023) e como essa abordagem contribuiu para o desenvolvimento das competências pretendidas, a partir da percepção dos próprios estudantes sobre a aprendizagem. Para tanto, foi aplicada uma autoavaliação e avaliação da disciplina junto aos alunos. Além disso, a opinião das empresas sobre o processo de resolução do problema e a solução proposta pelos grupos também foi considerada ao final de cada semestre da disciplina.

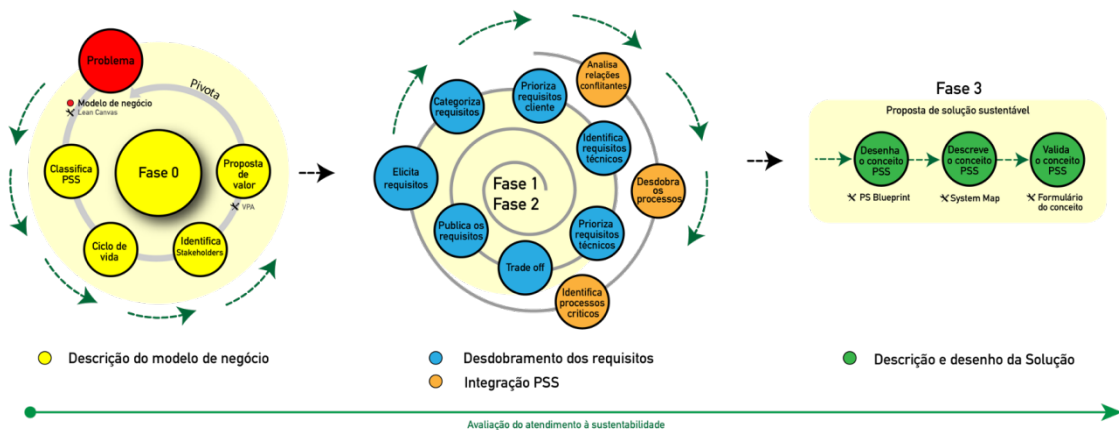
### **3. Percurso metodológico**

A disciplina TEQ-ERPSS possui uma carga horária de 45h, o que representa, ao longo de um semestre letivo, uma aula de 3h por semana, durante 15 semanas. A disciplina tem sido ministrada desde 2017 (no segundo semestre de cada ano), contudo a abordagem de PBL, junto a empresas parceiras por meio de um método integrado de ER, vem sendo

implementada desde 2020. Nessa disciplina estão previstas a realização de atividades síncronas e assíncronas. As atividades síncronas compreendem: aulas expositivas, apresentação e discussões sobre estudos de caso e artigos, e trabalho em grupo do projeto aplicado. As atividades assíncronas incluem: atividades de pesquisa e coleta de dados, leitura e análise de artigos e trabalho em grupo do projeto aplicado.

A aplicação da PBL ocorre a partir da exposição de uma situação-problema verídica de empresas parceiras para o qual os discentes, trabalhando em grupos de 4 ou 5 integrantes, projetam e desenvolvem uma solução em nível conceitual, baseada em modelos de negócios de Sistemas Produto-Serviço (do inglês *Product-Service System*, PSS) sustentáveis. Para isso, é usado o método R-PSS (Engenharia de Requisitos para soluções PSS), resultado de uma pesquisa construtivista, fundamentada em conceitos e ferramentas advindas de diversas áreas de conhecimento e testado em vários casos práticos (ECHEVESTE et al., 2020). Tal método é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Método R-PSS



Fonte: Adaptado de Echeveste et al. (2020)

Na primeira aula, é apresentada a metodologia a ser adotada na disciplina, bem como os métodos de avaliação e os respectivos critérios considerados. Neste encontro, também são introduzidos conceitos que fundamentam a prática e, detalhado o cronograma das atividades a serem executadas, que está sintetizado na Tabela 1. A partir do terceiro encontro são apresentados os desafios pelas empresas parceiras e são definidos os grupos que trabalharão nos desafios propostos.

Tabela 1 - Estruturação da disciplina

Semana	Descrição das atividades
1 e 2	Estudo de modelos de desenvolvimento de novos produtos e serviços (Tipologias de PSS)
3 e 4	Desenho da cadeia/ciclo de vida do produto e serviço: <i>Customer Value Chain Analysis (CVCA)</i> e <i>Value Constellation (VC)</i>
5 e 6	Pesquisa qualitativa na coleta de requisitos: <i>workshops</i> de ideação, <i>Value Proposition Analysis</i>
7 e 8	Desdobramento e priorização dos requisitos
9 e 10	Desdobramento da qualidade baseados em <i>Quality Function Deployment (QFD)</i>
11 e 12	Modelagem de processo produto-serviço: <i>swim lanes</i> e <i>Product-Service Blueprint (PSB)</i>
13 e 14	Modelagem dos <i>stakeholders</i> e a cadeia para desenvolvimento: <i>System Maps</i> Prototipagem da solução
15	Apresentação do Projeto (Defesa)

Fonte: Elaboração própria (2024)

Com base nas competências de ER definidas para a disciplina (técnicas e interpessoais), são delineados os instrumentos de avaliação empregados e as práticas pedagógicas de aprendizagem ativa, sendo a principal a PBL, conforme apresentado na Tabela 2. Esse alinhamento entre as competências esperadas nos alunos, práticas pedagógicas e instrumentos de avaliação é um dos princípios da abordagem do *Backward Design* para desenho de cursos com base na formação por competências (REYNOLDS e KEARNS, 2017).

A avaliação da aprendizagem é um processo contínuo realizado no decorrer do projeto, por meio da avaliação formativa (GERVAIS, 2016; GUERRO-ROLDÁN E NOGUERA, 2018; TINOCO et al., 2023) que, neste caso, ocorreu através do *feedback* das professoras e empresas parceiras sobre o andamento e resultados parciais da implementação do método e retorno sobre os artigos discutidos em grupos. Por outro lado, a avaliação somativa (GERVAIS, 2016; GUERRO-ROLDÁN E NOGUERA, 2018) compreendeu a entrega da Planilha de Engenharia de Requisitos; o *Dashboard* contendo as evidências da implementação do método (Obeya virtual) na plataforma MIRO; o protótipo desenvolvido para a solução proposta e, a apresentação final (Defesa) dessa solução para os representantes das empresas parceiras.

Tabela 2 - Alinhamento de competências, práticas e avaliação

Tipo	Competências de Engenharia de Requisitos	Práticas de aprendizagem ativa	Instrumentos de avaliação
T É C N I C A	Habilidade de identificar e resolver problemas complexos por meio do projeto de soluções integradas de produtos e serviços, considerando requisitos de diversos <i>stakeholders</i> críticos.	<i>Project-based learning</i> em equipes de trabalho. Interação com empresa parceira.	Planilha de Engenharia de Requisitos, Obeya virtual ( <i>Dashboard</i> no MIRO) e protótipo desenvolvido.
T É C N I C A	Habilidade de coletar e analisar requisitos relevantes e considerar aspectos de sustentabilidade no projeto da solução integrada, desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento.	Trabalho em grupos – <i>Collaborative Learning</i> .  Leitura e discussão de artigos.	Defesa da solução proposta e avaliação do protótipo desenvolvido.
I N T E R P E S S O A L	Habilidade de trabalhar em equipe promovendo uma comunicação eficaz de ideias e soluções com os membros da equipe e atores externos envolvidos no projeto.	<i>Project-based learning</i> em equipes de trabalho. Interação com empresa parceira.  Trabalho em grupos – <i>Collaborative Learning</i>	Avaliação 360°: Autoavaliação Avaliação dos colegas Avaliação das empresas parceiras Avaliação das professoras

Fonte: Elaboração própria (2024)

A avaliação somativa, ainda, considerou a avaliação 360° por meio de autoavaliação dos alunos, avaliação dos colegas, dos representantes das empresas parceiras e das professoras em relação ao trabalho desenvolvido, considerando os critérios apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrição da avaliação

Tipo	Competências de Engenharia de Requisitos	Instrumentos de avaliação	Critérios de avaliação
T É C N I C A	Habilidade de identificar e resolver problemas complexos por meio do projeto de soluções integradas de produtos e serviços, considerando requisitos de diversos <i>stakeholders</i> críticos.	Projeto entregue por meio de planilha Excel e Obeya virtual ( <i>dashboard</i> no MIRO).	Qualidade da solução encontrada por meio do desenho do Conceito ( <i>System Map</i> ) e as principais características do negócio no <i>Lean Canvas</i> ; Consideração das demandas de <i>stakeholders</i> críticos;
T É C N I C A	Habilidade de coletar e analisar requisitos relevantes e considerar aspectos de sustentabilidade no projeto da solução integrada, desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento.	Defesa da solução proposta junto ao protótipo desenvolvido.	Clareza e qualidade dos requisitos priorizados e técnicos; Compleitude dos processos priorizados no <i>Product-Service Blueprint</i> ; Potencial de contribuição à sustentabilidade;
I N T E R P E S S O A L	Habilidade de trabalhar em equipe promovendo uma comunicação eficaz de ideias e soluções com os membros da equipe e atores externos envolvidos no projeto.	Avaliação 360°: Autoavaliação Avaliação dos colegas Avaliação das empresas parceiras Avaliação das professoras	Contribuição individual ao desenvolvimento do projeto; Liderança e trabalho em equipe; Clareza e objetividade durante a apresentação; Demonstração de domínio sobre o conteúdo.

Fonte: Elaboração própria (2024)

Na autoavaliação busca-se identificar as percepções dos alunos sobre a prática empregada de PBL e identificar oportunidades de melhorias na disciplina. Para isso, foi confeccionado um questionário, dividido em três blocos (I, II e III) de perguntas. Nos blocos I e II, os discentes tiveram que atribuir uma nota de 0 a 10 para cada questão.

A primeira parte da autoavaliação (bloco I), refere-se à dedicação para leitura e análise dos artigos e participação na discussão dos artigos junto aos colegas. Em seguida (bloco II), é avaliado o desenvolvimento do Projeto e competências de ER, com questões relacionadas a: i) liderança no engajamento do grupo e organização do trabalho desenvolvido; ii) capacidade de trabalhar em equipe; iii) contribuição individual para a solução proposta ao desafio; e iv) engajamento e participação na apresentação do



trabalho. A terceira parte do questionário (bloco III), incluiu duas perguntas abertas sobre a avaliação geral da disciplina e o nível de satisfação com a abordagem utilizada na disciplina (PBL), onde os alunos podem evidenciar aspectos positivos e negativos, bem como sugestões para o aprimoramento.

Às empresas parceiras, não foi proposto nenhum instrumento estruturado de avaliação, entretanto os representantes presentes no último dia de aula para acompanhar os resultados atingidos manifestaram suas opiniões, relatando quais os impactos da atividade acadêmica para a organização.

#### **4. Resultados obtidos**

Em relação aos projetos desenvolvidos ao longo das três edições da disciplina, a Tabela 4 resume os desafios propostos por cada empresa parceira, bem como as soluções apresentadas pelos alunos, após utilizarem o método R-PSS. Os protótipos desenvolvidos incorporaram os requisitos priorizados pelos diversos *stakeholders*, aspectos de sustentabilidade e integração das características dos produtos e serviços da solução PSS. Um dos protótipos desenvolvidos na disciplina está disponível em: <https://youtu.be/C517uKolXd8>.

Quanto ao desenvolvimento de competências de ER, as professoras observaram que houve desenvolvimento significativo de habilidades (técnicas e interpessoais) de ER, dentre as quais destacam-se: trabalho em equipe, aprendizagem colaborativa, desenvolvimento do processo de pensamento lógico e aplicação de conhecimentos em projetos do mundo real. Adicionalmente, as empresas parceiras também demonstram-se satisfeitas com as soluções propostas, sobretudo com a pertinência e viabilidade de execução dos protótipos. Alguns representantes, inclusive, demonstraram-se surpresos - positivamente - com a qualidade das soluções apresentadas em um íterim tão curto (aproximadamente três meses).

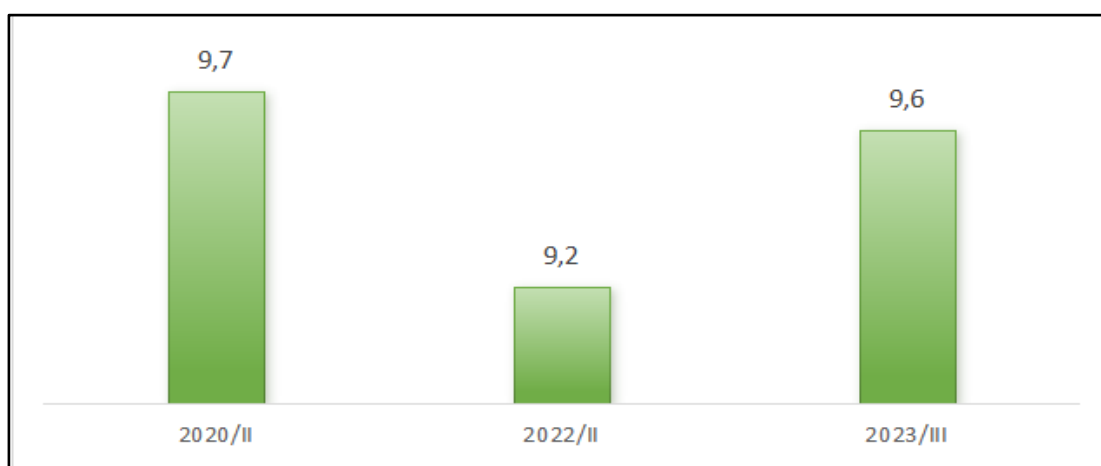
Tabela 4 - Projetos desenvolvidos com empresas parceiras

Semestre	Empresa	Desafio/ Problema	Solução
2020/II (12 alunos)	Empresa gráfica de embalagens de Porto Alegre	Desenvolver uma solução sustentável para diminuir a quantidade de embalagens no <i>delivery</i> de restaurantes e auxiliar na gestão de resíduos de embalagens.	Consultoria e desenvolvimento de soluções de embalagens sustentáveis.
	Startup de gestão de resíduos	Desenvolver uma solução para promover a circularidade da cadeia de cápsulas de café.	Co-criação de valor na cadeia de cápsulas por meio educação de consumidores, integração de pontos de coleta e serviços de logística reversa.
	Empresa de máquinas e equipamentos agrícolas	Entender o mercado de produtores de café de montanha no Brasil e demandas em termos de máquinas e equipamentos.	Equipamento adequado às condições de montanha e serviços de suporte técnico fundamentado em dados de uso do equipamento, de forma a aumentar a produtividade.
2022/II (8 alunos)	Empresa de pavimentação asfáltica	Avaliar sua tecnologia atual frente às demandas do mercado e mapear eventuais necessidades de adaptação em vista da crescente utilização de pavimento asfáltico reciclado (do inglês <i>Reclaimed Asphalt Pavement</i> , RAP).	Solução que permite maior incorporação de RAP na produção de asfalto, extensão da vida útil do equipamento envolvido, com redução do consumo de materiais virgens, diminuindo os impactos ambientais, e estabelecimento de parcerias com fornecedores locais para uma maior eficiência econômica.
	Startup de armários inteligentes	Ampliar a oferta de serviços, diversificar os produtos e expandir a inovação para diferentes públicos e demandas, com ênfase no <i>Business to Consumer</i> (B2C).	Apresentação das características necessárias (requisitos) para instalação dos armários em pontos estratégicos, considerando a viabilidade econômica e processos sustentáveis que beneficiem todos os <i>stakeholders</i> .
2023/II (14 alunos)	Empresa fabricante de carrocerias de ônibus	Aumentar a percepção da marca no consumidor final, com foco no público jovem. Desenvolver uma solução para aproximar a marca do consumidor final e proporcionar uma melhor experiência para esse público.	Solução baseada em aplicativo para interação com o público-alvo, melhorias sustentáveis no produto (ônibus) além de serviços de valor agregado por meio de parceiros.
	Empresa de transportes intermunicipal e interestadual	Diminuir a elevada insatisfação dos clientes que usam ônibus, especialmente das gerações Y, Z e Alpha.	Solução digitalizada da experiência do cliente, transformando o transporte em uma jornada integrada, imersiva e coletiva que promove relações mais sustentáveis.
	Startup de agronegócio	Como despertar a consciência sustentável do produtor rural e gerar valor na redução do desperdício do produtor de frutas?	Serviço de consultoria automatizada por meio de I.A. que gera recomendações, <i>insights</i> e soluções customizadas, apoiadas por um sistema de gestão de perdas, orientando a uma aplicação eficiente do produto da Startup para produtores que precisam aumentar a conservação de frutas para reduzir perdas na produção.
	Empresa de consultoria	Desenvolver uma solução para o problema de reaproveitamento ineficiente dos materiais de calçados pós-consumo.	Tecnologia para desmonte de calçados pós-consumo e rastreabilidade da cadeia de calçados por meio de serviços de logística reversa e integração de pontos de venda e consumidor final.

Fonte: Elaboração própria (2024)

Além disso, as entregas parciais realizadas pelos grupos ao longo do semestre demonstraram alto grau de comprometimento, proatividade, dedicação, aprofundamento teórico e criatividade dos alunos, no parecer das docentes. Isso vai ao encontro da percepção dos discentes sobre o próprio desempenho nas competências promovidas na disciplina, avaliado por meio de formulário eletrônico, cujas médias atribuídas foram acima de 9 (em uma escala de 0 à 10), como apresentado na Figura 2. Desse modo, a resolução de problemas reais apresentou-se como uma estratégia efetiva para o desenvolvimento das competências da ER.

Figura 2 - Nota média na autoavaliação sobre o desenvolvimento de competências de ER



Fonte: Elaboração própria (2024)

Sobre a avaliação da disciplina, mais especificamente a utilização da PBL e as contribuições dessa abordagem, a maioria absoluta (33 dos 34 alunos) declarou que a metodologia de ensino empregada facilitou a aprendizagem de conteúdos. A aproximação da teoria com a prática foi outro aspecto pontuado como positivo. Além disso, muitos discentes declararam que esse modelo de disciplina demanda maior envolvimento e responsabilidades, pois precisam realizar uma entrega a terceiros: “a realização do trabalho não é apenas para receber uma nota e ser aprovado, mas uma solução que poderá ressignificar o propósito de um empreendimento e/ou impactar na vida de outras pessoas” (Aluno X). A partir dessas respostas, construiu-se uma nuvem de palavras expressa na Figura 3.



Tabela 5 - Publicações geradas a partir da aplicação da PBL na disciplina

<b>Título</b>	<b>Autores</b>
Engenharia de Requisitos em Sistemas Produto-Serviço: do modelo de negócio ao conceito	ECHEVESTES et al., 2020
<i>Sustainable offers for drying and storage of grains: Identifying perceived value for Brazilian farmers</i>	LERMEN et al., 2020
Desenvolvimento de uma solução PSS sustentável para a cadeia de cápsula de café: do modelo de negócio à proposta de valor	LAGO et al., 2021
<i>Circular Value Proposition for the coffee capsule chain from a sustainable PSS solution design method</i>	TINOCO et al., 2023
Avaliação da contribuição à sustentabilidade de um sistema produto serviço sustentável: estudo de caso em oferta de lockers inteligentes	BORIN et al., 2023
Sistema produto-serviço sustentável: o caso de uma empresa de usinas asfálticas	TERRA et al., 2023

Fonte: Elaboração própria (2024)

## 5. Lições aprendidas e conclusão

Essa abordagem além de contribuir com o desenvolvimento de competências de ER, também gerou maior engajamento dos alunos na resolução dos desafios das empresas parceiras e na geração de publicações dos *cases* aplicados. Além disso, permitiu validar e aprimorar o modelo R-PSS inicialmente publicado em 2020, o qual se mostrou válido para diversos tipos de desafios e modelos de negócios de startups e empresas consolidadas. O aprimoramento foi realizado pela inclusão de novas ferramentas para: i) avaliação qualitativa da contribuição à sustentabilidade (SILVEIRA et al., 2022), ii) verificação da solução quanto aos modelos de negócios circulares e, iii) prototipagem virtual da solução integrada sustentável.

## Agradecimentos

Aos alunos dos cursos de pós-graduação do PPGE - UFRGS que participaram da disciplina baseada na metodologia PBL em suas três edições (2020/II, 2022/II e 2023/II), bem como às empresas parceiras que oportunizaram a aproximação da academia com o mercado de trabalho, possibilitando o desenvolvimento de competências de ER dos

discentes. Agradecimento à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio recebido para aprimoramento do modelo R-PSS.

## Referências Bibliográficas

- BAEPLER, P.; WALKER, J. D.; DRIESSEN, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. **Computers & Education** 78 (2014) p. 227-236.
- BRACHMANN, L. A. et al. Capítulo II: Práticas Pedagógicas Ativas No Ensino De Engenharia De Produção: Perspectiva Dos Alunos. **Relatos de Experiências em Engenharia de Produção 2020**. Ied.Itajubá: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2020, v.1, p. 23-32.
- CHEN, C. H., & YANG, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. **Educational Research Review**, 26(1), 71-81. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://www.learntechlib.org/p/207141/>>. Acesso em: 07 abr. 2024.
- CORRÊA, Ricardo Gonçalves de Faria, et al. Cap II: Disciplina de introdução à engenharia de Produção na FURG: uma experiência que une digital e físico. **Relatos de experiências**, 5ª ed., ENCEP 2023. Disponível em: <10.14488/encep.9786588212059.30-42> Acesso em: 07 abr. 2024.
- DINIS-CARVALHO, J et al., (2017). Active Learning in Higher Education: Developing Projects In Partnership with Industry. **Proceedings of INTED2017 Conference** 6th-8th March 2017, Valencia, Spain.
- EHEVESTRE, Márcia; TINOCO, Maria; SASTRE, Ricardo. **Engenharia de Requisitos em Sistemas Produto-Serviço: do modelo de negócio ao conceito**. Porto Alegre: Marcavizual, 2020. Disponível em: <<https://flexmethod4innovation.com/pratica/metodologia-de-engenharia-de-requisitos-em-pss/>>. Acesso em: 07 abr. 2024.
- FERREIRA, V. G. e CANEDO, E. D. (2020). Design sprint in classroom: exploring new active learning tools for project-based learning approach. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing** 11:1191–1212.
- GERVAIS, J. (2016). The operational definition of competency-based education. **Competency-based Education** 2016; 1: 98–106.
- GUERRERO-ROLDÁN, A. E; NOGUERA, I. (2018). A model for aligning assessment with competences and learning activities in online courses. **The Internet and Higher Education** 38 (2018) 36–46.
- GUO, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. **International Journal of Education Research**, v. 102, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035519325704?via%3Dihub>> Acesso em: 07 abr. 2024.
- HARTIKAINEN et al. (2019) The Concept of Active Learning and the Measurement of Learning Outcomes: A Review of Research in Engineering, **Higher Education.Educ. Sci.** 2019, 9, 276.
- HOLTKAMP, Philipp; Jussi P.P. Jokinen, Jan M. Pawlowski, Soft competency requirements in requirements engineering, software design, implementation, and testing. **Journal of Systems and Software**, v. 101, p. 136-146, 2015. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.12.010>>. Acesso em: 07 abr. 2024.

JOLLANDS, M. Jolly, Lesley. Molyneaux, Tom. Project-based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. **European Journal of Engineering Education**, v. 37, 2012. Disponível em: <10.1080/03043797.2012.665848> Acesso em: 07 abr. 2024.

JANTUNEN, A., Puumalainen, K., Saarenketo, S. et al. Entrepreneurial Orientation, Dynamic Capabilities and International Performance. **Journal International Entrepreneurial**, v. 3, p. 223–243 (2005). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10843-005-1133-2> Acesso em: 07 abr. 2024.

JANTUNEN, Ari & Tarkiainen, Anssi & Chari, Simos & Oghazi, Pejvak, 2018. Dynamic capabilities, operational changes, and performance outcomes in the media industry. **Journal of Business Research**, v. 89, p. 251-257. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.037> Acesso em: 07 abr. 2024.

KARIM, Azharul; Matthew Campbell & Mahbub Hasan (2019): A new method of integrating project-based and work-integrated learning in postgraduate engineering study. **The Curriculum Journal**. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09585176.2019.1659839> Acesso em: 07 abr. 2024.

KUPPUSWAMY, R.; MHAKURE, D. (2020). Project-based learning in an engineering-design course – developing mechanical- engineering graduates for the world of work. **30th CIRP Design 2020**.

LI, H.; OSCHSNER, A.; HALL, W. (2019) Application of experiential learning to improve student engagement and experience in a mechanical engineering course. **European Journal Of Engineering Education**, Vol. 44, No. 3, 283–293.

MONTEIRO et al. (2017) A Project-based Learning curricular approach in a Production Engineering Program. **Production**, 27(spe), e20162261.

OTERO, H.R. et al. (2020). Capítulo XI: Proposta de atividade de aprendizagem ativa na disciplina de Engenharia de Qualidade do curso de Graduação em Engenharia de Produção. **Relatos de Experiências em Engenharia de Produção 2020**. 1ed. Itajubá: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2020, v. 1, p. 115-123.

PATEL, B.; RAGHAVAN, K.; DESAI, M. (2019) Active learning in business disciplines using flipped classroom and project learning. **Journal of Education and Social Development**, 2019, 3–1.

PARRADO-MARTÍNEZ, Purificación; SANCHEZ-ANDUJA, Sonia. Development of competences in postgraduate studies of finance: A project-based learning (PBL) case study. **International Reviews of Economics Education**, v.35, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2020.100192> Acesso em: 07 abr. 2024.

PEREIRA, M. A.C.; BARRETO, M.A.M.; PAZETI, M. (2017). Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. **Production**, 27(spe), e20162238, 2017.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, p. 223-231, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x> Acesso em 07 abr. 2024.

REYNOLDS e KEARNS, 2017. **A Planning Tool for Incorporating Backward Design, Active Learning, and Authentic Assessment in the College Classroom**. Disponível em : <https://www.researchgate.net/publication/308010804\_A\_Planning\_Tool\_for\_Incorporating\_Backward\_Design\_Active\_Learning\_and\_Authentic\_Assessment\_in\_the\_College\_Classroom> Acesso em: 07 abr. 2024.

SILVEIRA, Emanuela Lima; SANTOS, Aguinaldo dos; SAMPAIO, Cláudio Pereira. **Catálogo de princípios para criação de sistemas produtos + serviços sustentáveis: uma perspectiva holística**. Curitiba: Insight, 242 p., 2022. Disponível em: <https://editorainsight.com.br/produto/catalogodeprincipios/> Acesso em 07 abr. 2024.

TINOCO, M.C. *et al.* **Proposition of a Method to Monitor Higher Education Students' Competence Development through Assessment Rubrics.** In: Proceedings 2023 Annual Conference & Exposition. ASEE. **Anais** [...]. R Baltimore, June 25 – 28, 2023.

THOMAS, J. W. Thomas, J. W. (2000). **A review of research on project-based learning.** San Rafael, CA: Autodesk Foundation. Disponível em:  
<[http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL\\_Research.pdf](http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf)> Acesso em 07 abr. 2024.