ATUALIZAÇÃO CURRICULAR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ESCUTA DE ATORES, DESENVOLVIMENTO POR COMPETÊNCIAS E ESTRATÉGIA DE TRANSIÇÃO

Fernanda Barreto de Almeida Rocha Mariz, UFRN, rocha_fernanda@outlook.com
Sandra Rufino, UFRN, sandra.rufino@ufrn.br
Ciliana Regina Colombo, UFRN, ciiana.colombo@ufrn.br
Werner Kleyson da Silva Soares, UFRN, werner.soares@ufrn.br

Resumo

Este capítulo apresenta a experiência de atualização do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (campus Natal), com foco na construção de um currículo orientado por competências. A proposta foi guiada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais e pelas recomendações da Associação Brasileira de Engenharia de Produção, sendo fundamentada em revisão teórica sobre formação por competências no ensino superior. A metodologia incluiu a escuta qualificada de docentes, discentes e egressos, por meio de surveys, e a sistematização de competências e habilidades relacionadas aos componentes curriculares do curso. Como estratégia de articulação entre teoria e prática, foram concebidos disciplinas integradoras e interdisciplinares e curricularização da extensão. Para apoiar a transição entre as estruturas curriculares, foi desenvolvido um modelo matemático de Criação de Horário Escolar (Agendamento), visando minimizar os impactos aos estudantes em processo de formação. Os resultados demonstram a viabilidade de uma construção curricular colaborativa, tecnicamente fundamentada e sensível ao contexto institucional.

Palavras-chave: currículo por competências; engenharia de produção; atualização curricular; disciplinas integradoras; modelagem matemática.

1. Introdução

A reformulação curricular nos cursos de Engenharia de Produção no Brasil, impulsionada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de 2019 (Brasil, 2019) e pelas recomendações da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), representa um marco significativo na busca por uma formação alinhada às demandas do mercado e às transformações tecnológicas e sociais do século XXI. Essas diretrizes enfatizam a necessidade de desenvolver competências que integrem conhecimentos técnicos, habilidades interpessoais e uma visão crítica, preparando os profissionais para atuar em um ambiente dinâmico e complexo (Cunha, 2002; Parecer CNE/CES 1/2019). Nesse contexto, a abordagem por competências surge como um eixo estruturante, visando superar lacunas tradicionais na formação, como a deficiência em habilidades não técnicas, apontada por estudos recentes (Silva, Rafaski; Silva, 2023).

Diante desse cenário, o curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), campus Natal, iniciou um amplo processo de atualização do seu Projeto Pedagógico do Curso (PPC), buscando alinhar sua estrutura curricular a esses referenciais nacionais e internacionais. A relevância da formação por competências no ensino superior é amplamente reconhecida na literatura. Conforme Scallon (2015), competências são entendidas como um "saber-agir", combinando conhecimentos, habilidades e atitudes para resolver problemas reais. Essa perspectiva é essencial para a Engenharia de Produção, que exige profissionais capazes de integrar recursos físicos, humanos e financeiros, além de liderar equipes multidisciplinares e promover soluções sustentáveis (Cunha, 2002).

A adoção desse modelo reflete uma resposta às críticas sobre a desarticulação entre teoria e prática, evidenciada pela alta evasão em cursos de engenharia devido à falta de identificação dos alunos com formações excessivamente técnicas e pouco aplicadas (Silva, 2021). Além disso, a globalização e a evolução tecnológica demandam profissionais flexíveis e adaptáveis, reforçando a necessidade de currículos que priorizem competências como empreendedorismo, comunicação e responsabilidade socioambiental (Fleury e Fleury, 2001; Verticchio, 2006).

Este relato de experiência tem como objetivo analisar e sistematizar o processo de atualização curricular do curso de Engenharia de Produção, considerando a escuta de

diferentes atores institucionais, a estruturação do desenvolvimento por competências e habilidades e o planejamento da transição por meio de uma estratégia com otimização. A abordagem adotada demonstra como é possível conciliar as exigências das DCNs com as demandas específicas de cada contexto institucional, garantindo uma formação mais alinhada às necessidades do mercado e da sociedade.

Os resultados obtidos destacam a importância de manter um processo contínuo de avaliação e aprimoramento do PPC, assegurando que a formação oferecida permaneça relevante diante das transformações do mundo do trabalho. A experiência da UFRN reforça a viabilidade e a importância de se construir currículos dinâmicos, participativos e centrados no desenvolvimento integral dos estudantes, preparando-os não apenas para os desafios profissionais imediatos, mas para uma atuação crítica e transformadora ao longo de suas carreiras. A constante atualização do PPC, aliada à avaliação contínua de egressos e docentes, é apontada como estratégia fundamental para manter a relevância da formação frente aos desafios futuros (Moraes, 1999; Rocha, 2022).

Dessa forma, este relato oferece contribuições relevantes para outras instituições que enfrentam o desafio de reformular seus currículos de Engenharia de Produção, destacando a importância de uma abordagem estruturada, participativa e adaptável às mudanças do cenário educacional e profissional.

2. Descrição do problema

O processo de atualização curricular do curso de Engenharia de Produção da UFRN foi motivado pela necessidade de adequação às DCNs de 2019, que enfatizam a flexibilização curricular, a formação por competências e a integração entre ensino, pesquisa e extensão. Embora o currículo anterior fosse reconhecido pela excelência acadêmica (conceito 5 no ENADE em 2019), apresentava lacunas que demandavam revisão.

Implantado em 2018, o projeto pedagógico anterior não atendia plenamente às exigências contemporâneas, como a transformação digital. Apesar da existência de laboratórios especializados, a integração entre teoria e prática não era sistemática, limitando a aplicação do conhecimento em contextos reais. Além disso, identificou-se a obsolescência de alguns conteúdos e a inadequação do perfil dos egressos frente às demandas do mercado regional e nacional. Embora o perfil do egresso estivesse definido

no PPC, faltava um mapeamento detalhado de como cada disciplina contribuía para o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas.

Outra deficiência era a ausência de um eixo estruturante baseado em competências e habilidades, conforme preconizado pelas DCNs de engenharia. Essa lacuna resultava em disciplinas fragmentadas, com pouca articulação entre saberes técnicos e habilidades interpessoais, além de dificultar a avaliação da formação dos estudantes.

A migração curricular exigiu estratégias para proteger alunos matriculados, evitando sobrecarga ou descontinuidade. Implementaram-se planos de transição com equivalências entre matrizes, conforme resolução da UFRN, que garantia prazos e direitos discentes, além de ajustes na oferta de disciplinas.

A construção da nova estrutura curricular envolveu a participação ativa de docentes, discentes, coordenação, Núcleo Docente Estruturante (NDE), pró-reitorias (Graduação e Extensão), egressos e representantes do mercado. A resolução reforçou a integração da extensão ao projeto pedagógico, alinhando-se às DCNs e a curricularização da extensão.

A reformulação buscou equilibrar inovação e qualidade, preservando o alto desempenho do curso – uma preocupação central da comissão responsável pelo PPC, para a manutenção da nota máxima no ENADE. A avaliação contínua dos egressos, prevista no Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI 2020-2029), buscava assegurar que a excelência acadêmica fosse mantida durante o processo.

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

Para sanar a problemática, foi definida uma comissão de atualização do PPC composta por docentes pertencentes ao NDE sob liderança da coordenação de curso. As atividades do grupo de trabalho foram de fevereiro/2021 até a aprovação em dezembro/2023. O processo de reformulação do PPC executado pela comissão consistiu em: (a) levantamento normativo e de referência; (b) escuta dos atores/interessados; (c) construção e validação das competências; (d) atualização do currículo; (e) estruturação dos projetos integradores, e (f) planejamento da transição.

Inicialmente, realizou-se a investigação e sistematização das exigências apresentadas nas DCNs, orientações da ABEPRO sobre o perfil profissional, relatos de empresas locais

que tiveram alunos do curso como estagiários, assim como, referenciais teóricos que discutiam o processo de desenvolvimento de competências e habilidades e, por fim, outros projetos pedagógicos de cursos de engenharia de produção.

Após essa primeira etapa investigativa, elaborou-se uma proposta inicial de competências pertinentes para o curso. Iniciou-se a escuta dos interessados do curso (docentes, alunos e egressos) por meio da aplicação de questionários. Os instrumentos permitiam aos respondentes priorizar, entre o conjunto de competências pré-definidas, quais seriam as mais relevantes para o profissional de engenharia de produção, bem como, indicar sugestões para a escrita das competências com base na vivência destes.

Os questionários foram aplicados com os alunos em duas rodadas, sendo a primeira em abril/2021 e a segunda entre dezembro/2021 e janeiro/2022, totalizando 77 respondentes (cerca de 17% da quantidade média de alunos matriculados no curso). A aplicação com os professores foi entre janeiro e abril/2022, obtendo 19 respostas (aproximadamente 90,5% de percentual de resposta do corpo docente). Enquanto a aplicação com os egressos ocorreu entre os meses de março/2022 e abril/2022 com um total de 158 respostas de egressos formados entre os anos de 2005 e 2021.

Os dados coletados foram tabulados, analisados e discutidos pela comissão, que após isso fez uma nova proposição de competências alinhada com as demandas apresentadas pelos atores. Em seguida, foi construído um conjunto de habilidades importantes para os alunos de engenharia de produção. Essas competências e habilidades foram apresentadas para o corpo docente do departamento para validação e discussão.

Com a validação das competências, os docentes foram convidados a revisarem as ementas dos componentes curriculares lecionados por estes, assim como, realizar a proposição de inclusão/exclusão de disciplinas obrigatórias e optativas. Nesse momento, também, foram revisadas as exigências de pré-requisitos, co-requisitos e cargas horárias. Desse modo, estabeleceu-se uma atualização colaborativa dos currículos.

A investigação junto aos atores envolvidos e o levantamento das exigências do mercado demonstraram que apenas atualizar os componentes existentes não era suficiente para o desenvolvimento das competências necessárias para o profissional. Diante disso, tornou-

se essencial elaborar uma proposta de projetos integradores, incluindo componentes obrigatórios e optativos, além de estratégias para a curricularização da extensão intensificada nas disciplinas - com carga horária parcial ou total -, visando promover uma integração mais efetiva entre a prática e a teoria.

Por fim, uma atualização de currículo implica em um processo de migração de alunos que iniciaram o curso no currículo antigo (PPC 2018) e passarão para o currículo novo (PPC 2024), assim como, a manutenção da oferta de disciplinas para os alunos que desejarem permanecer no currículo antigo. Logo, é de grande importância o planejamento da transição das turmas entre os projetos pedagógicos. Assim, foi elaborado um modelo matemático que buscou estabelecer a composição ideal da matriz curricular semestre a semestre a fim de minimizar os efeitos negativos dessa transição.

4. **Resultados obtidos**

4.1 Currículo por competências

Com base nos resultados dos questionários com alunos, professores e egressos do curso, bem como, nas demais investigações realizadas no processo de atualização do PPC, definiu-se 12 competências (C) e 22 habilidades (H). As competências elaboradas estão em consonância com as competências gerais previstas nos incisos do artigo 4º das DCNs (Brasil, 2019) e são discutidas em mais detalhes em Mariz *et al.* (prelo). O Quadro 01 apresenta as competências e as habilidades relacionadas. No projeto pedagógico, buscou-se ainda explicitar a associação entre componentes curriculares obrigatórios e as competências e habilidades a serem desenvolvidas em cada disciplina.

Quadro 1 - Associação entre as competências e as habilidades previstas para o engenheiro de produção

Competências do Engenheiro de Produção/UFRN (C) x Habilidades do Engenheiro de Produção/UFRN (H)	(H1) Capacidade de coletar, estruturar e analisar dados;	(H2) Capacidade de identificar e compreender demandas e problemas;	(H3) Capacidade de avaliar as viabilidades das soluções;	(H4) Capacidade de resolver problemas e propor soluções;	(H5) Visão sistêmica e crítica;	(H6) Capacidade de modelar fenômenos e conduzir experimentos;	(H7) Saber aplicar técnicas matemáticas, estatísticas e computacionais;	(H8) Capacidade de analisar e interpretar resultados;	(H9) Aprendizado autogerido;	(H10) Iniciativa empreendora;	(H11) Saber conduzir mudanças;	(H12) Saber elaborar projetos;	(H13) Capacidade de idear e criar;	(H14) Capacidade de criar e analisar indicadores;	(H15) Saber trabalhar em equipe;	(H16) Saber liderar equipes;	(H17) Capacidade de gerenciar e tomar decisões;	(H18) Capacidade de aplicar técnicas de gestão;	(H19) Saber ler, interpretar e expressar-se por meio de gráficos;	(H20) Saber elaborar relatórios técnicos;	(H21) Saber utilizar as TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação);	(H22) Saber aplicar a legislação e os preceitos éticos na atuação profissional;
C1 - Analisar e compreender as necessidades dos usuários e de seus contextos para formular, de maneira sistêmica, soluções de engenharia técnica, econômica, ambiental e socialmente viáveis.	X	X	X	X	X													X				
C2 - Utilizar ferramental matemático, estatístico, computacional e de simulação para desenvolver, verificar e validar experimentos e modelos de sistemas de produção, fenômenos físicos e químicos.	X	X			X	X	X	X														
C3 - Ser capaz de acompanhar, desenvolver e aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos para promover inovações nas organizações e na sociedade.	X	X			X				X	X	X											
C4 - Projetar e desenvolver bens e serviços, assim como os respectivos sistemas, operações e processos produtivos, de forma criativa, ágil, inovadora e sustentável.	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X					X				
C5 - Implementar, coordenar e monitorar projetos e soluções de engenharia de modo a buscar a aplicação eficiente dos recursos (humanos, ambientais, econômicos e informacionais).	X			X	X		X	X			X			X	X	X	X	X	X			
C6 - Gerenciar os sistemas produtivos com visão crítico-reflexiva, holística e de melhoria contínua, considerando os diversos impactos das decisões.	X	X		X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X			
C7 - Expressar-se adequadamente nas formas escrita, oral e gráfica, em diversas línguas e linguagens com uso das tecnologias de informação e comunicação.									X										X		X	
C8 - Compreender, gerenciar e otimizar os fluxos de informação a fim de propor soluções para auxiliar a tomada de decisão e a gestão do conhecimento nos diversos níveis organizacionais.	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X		
C9 - Liderar, de forma proativa e colaborativa, equipes multidisciplinares em trabalhos presenciais ou a distância em consonância com os aspectos culturais e contextos locais e globais.															X	X	X				X	
C10 - Conhecer, compreender e aplicar no exercício da profissão a legislação, a ética e a responsabilidade profissional de modo a promover que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando.									X													X
C11- Aprender de forma autônoma, proativa e contínua, acompanhando os avanços científicos, tecnológicos e as mudanças socioeconômicas que afetam o exercício da profissão.									X												X	
C12 - Ter uma atitude empreendedora e contribuir para o desenvolvimento de organizações criativas, inovadoras e empreendedoras.					X					X	X		X					X				

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção (UFRN/ Campus Natal) (2023).

4.2 Disciplinas integradoras

Algumas inovações foram implementadas na nova edição do PPC buscando promover uma educação ampla, integradora e que responda às transformações sociais e tecnológicas. Foram repensados metodologias de ensino e conteúdos para que sejam capazes de garantir a interdisciplinaridade e a integração da prática e teoria através do "aprender fazendo" e, ainda, promover o desenvolvimento das competências, bem como a visão sistêmica e uma reflexão crítica e responsável pelos futuros profissionais.

O desenvolvimento de uma visão mais sistêmica ou holística, bem como de uma visão críticas dos impactos da ciência e da tecnologia aplicadas à prática profissional do engenheiro de produção na sociedade e no meio ambiente é o objetivo da disciplina Visão Sistêmica e CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) inserida no início do curso. A disciplina busca levantar os problemas atuais da sociedade decorrentes da visão mecanicista e utilitarista e apresentar outras abordagens possíveis para o desenvolvimento de uma sociedade mais ética, justa, equitativa e sustentável, que seja alcançada através de sistemas produtivos que visem a qualidade de vida e o bem viver de todos (investidores, trabalhadores e consumidores).

A aplicação prática desta visão sistêmica espera ser alcançada por meio das disciplinas integradoras e multi/interdisciplinares, que utilizam as metodologias ativas Problem Based Learning (PBL) e Project Based Learning (PjBL), com envolvimento de todas as áreas de formação de um engenheiro de produção. As disciplinas estão distribuídas no início, no meio e no fim do curso.

A disciplina integradora inicial é a de Projeto de Introdução à Engenharia de Produção, que objetiva despertar o interesse dos educandos nas diferentes áreas do curso e da atuação profissional, mediante a prática extensionista com o desenvolvimento de um projeto aplicado com acompanhamento por equipe interdisciplinar de professores orientadores/tutores e apresentação de resultados em uma feira.

As disciplinas integradoras de meio do curso são: 1) Gestão de Projetos Solidários que tem como foco a elaboração e implementação de projeto de extensão tecnológica para organizações da sociedade civil, cooperativas ou comunidades vulneráveis para desenvolvimento de soluções de inovação social e sustentáveis com o uso de

metodologias de intervenção participativas e de gestão de projetos sociais. 2) Projeto Integrado Aplicado que busca favorecer a integração de conhecimentos, a multidisciplinaridade e a integração pesquisa-extensão, com a aplicação de ferramentas da engenharia de produção em soluções que contribuam para a melhoria do desempenho e produtividade de organizações ou instituições locais (MPEs, cooperativas, ONGs, órgãos públicos, autarquias, etc.).

Ao final do curso a disciplina integradora é Projeto de Sistema de Produção na qual os educandos, em grupo, deverão elaborar um projeto de um novo sistema de produção de modo a integrar conhecimentos adquiridos durante o curso das diversas áreas, finalizando-o com a análise de viabilidade econômica. Também é acompanhado por equipe interdisciplinar de professores orientadores/tutores e apresentação final preferencialmente para especialistas.

4.3 Extensão curricular

O curso incorporou a extensão curricular como um eixo central para articular teoria e prática juntamente com as disciplinas integradoras, alinhando-se às competências definidas no PPC. Com uma carga horária de 414 horas (10,7% do total), a extensão está distribuída em disciplinas obrigatórias e optativas, que integram conhecimentos técnicos com ações práticas em parceria com a comunidade.

Exemplos concretos incluem projetos extensionistas desenvolvidos por grupos como Incubadora de Tecnologia Social ESF-Natal, Nagi ou Criação, que abordam desde sustentabilidade ambiental até inovação organizacional, envolvendo alunos em desafios reais. A disciplina obrigatória "Gestão de Sistemas Produtivos II", por exemplo, combina aulas teóricas com extensão tecnológica para implementação de soluções em setores de um hospital público na área de Lean, enquanto "Projeto de Sistema de Produção" exige a aplicação de ferramentas de engenharia em contextos reais. Essas iniciativas são avaliadas por meio de relatórios, apresentações e feedbacks dos parceiros externos, garantindo que os alunos demonstrem a aplicação das competências adquiridas.

A avaliação inicial da extensão curricular aponta resultados positivos, como a melhoria na capacidade dos alunos de transpor conhecimentos acadêmicos para a prática e o fortalecimento de vínculos com o mercado e a sociedade. Pesquisas com egressos

destacam a relevância dessas experiências para a inserção profissional, corroborando a eficácia do modelo. Contudo, desafios como a ampliação de parcerias e a otimização da carga horária são reconhecidos, sendo alvo de ajustes contínuos pelo Colegiado do Curso e NDE, que revisa periodicamente as atividades com base em dados do sistema acadêmico e feedbacks da comunidade acadêmica.

5. Transição entre estruturas curriculares

O curso tem duas entradas anuais, uma no turno vespertino, no primeiro semestre do ano, e outra no turno noturno, no segundo. A migração para as novas estruturas curriculares dos cursos foi compulsória, conforme previsto no regulamento da graduação da UFRN. No entanto, foi permitida a permanência na estrutura anterior por meio de pedido do aluno direcionado ao colegiado. Assim, embora a migração seja obrigatória por padrão, houve flexibilidade para atender casos individuais. Essa medida foi necessária para evitar a sobrecarga operacional de manter quatro estruturas simultâneas (Vespertino/Noturno, Antigo/Novo), o que reduz a quantidade de turmas necessárias.

Tendo sido definido que ocorreria uma migração de estruturas curriculares, foram avaliados os possíveis impactos nas turmas. O turno vespertino possui 10 semestres letivos e o noturno tem 12. Em cada semestre do ano, há 11 turmas ao mesmo tempo: 5 do vespertino e 11 do noturno. As configurações possíveis são como na Figura 01:

Figura 01 - Distribuição de Turmas

Turmas do Primeiro Semestre do Ano (".1")

Vespertino	1	3	5	7	9	
Noturno	2	4	6	8	10	12

Turmas do Segundo Semestre do Ano (".2")

Vespertino	2	4	6	8	10	
Noturno	1	3	5	7	9	11

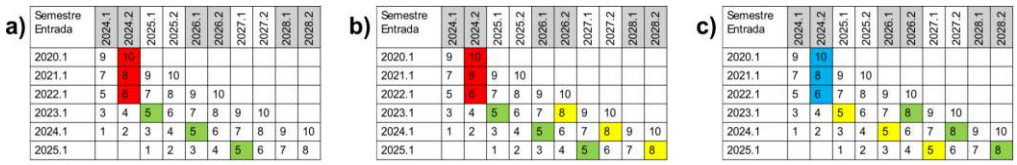
Fonte: Autoria Própria (2024).

É possível notar que quando o turno vespertino está com demanda em semestres ímpares, o noturno está com demanda nos pares e vice-versa. Isso ocorre porque a entrada do vespertino é no primeiro semestre do ano e a do turno noturno, no segundo. Com a criação da estrutura nova, componentes foram criados, outros excluídos e já outros mudaram de semestre de oferta. Isso tem potencial de provocar as seguintes situações:

1) Componente obrigatório excluído: Todo componente obrigatório "excluído", na verdade, foi transformado em optativo. Isso diminui o impacto negativo para a maior parte do corpo discente.

2) Componente obrigatório novo incluído: Todas as entradas de semestres posteriores ao do semestre da inclusão do novo ficam com esse em dívida (como se os discentes tivessem deixado de cursar). Isso força a criação de turmas extras durante a migração. Por exemplo: se incluirmos um componente novo no semestre 5 da estrutura do vespertino (Figura 02.a), qualquer entrada que já tenha passado desse estará com esse em dívida. Isso significa que a migração deverá prever 3 turmas extras, uma para cada uma dessas entradas (as posteriores terão sua oferta no futuro normalmente).

Figura 02 - Exemplo de efeito da alteração de estrutura curricular para a migração



Fonte: Autoria Própria (2024).

3) Componente obrigatório movido para trás: Temos aqui um caso similar. Mas, desta vez, além de entrar em um semestre mais atrás, o componente também sai de outro mais a frente. Por exemplo: componente sair do semestre 8. (Figura 02.b).
4) Componente obrigatório movido para frente: Neste caso, as entradas anteriores estarão com o componente já cursado. Isso abre espaço para inserir turmas necessárias para a migração (Figura 02.c)

Dado o exposto, percebemos que movimentos mais curtos de semestres de oferta para essas modificações proporcionam uma migração mais curta. Então, com base no informado pelo corpo docente sobre a posição ideal de cada componente para a nova estrutura, procurou-se fazer com que a diferença fosse a menor possível. Assim, se um componente estava no começo do curso e agora necessita estar no meio do curso, ele poderia passar do semestre 2 para o 5 ou 6 (para o vespertino). A decisão sobre a melhor posição, dependeria, também, das outras mudanças.

Para apoiar a decisão, foi criado um modelo matemático (mostrado na Figura 03 e implementado em Python).

Figura 03 - Modelo matemático para a criação de migração de estrutura com duas entradas

$$\text{Min} \quad \alpha \sum_{d \in D} \sum_{t \in \{'N','V'\}} a_{dt} \quad + \quad (1-\alpha) \sum_{d \in D} \sum_{t \in \{'N','V'\}} b_{dt} \qquad (1)$$

$s.a.:$

$$\sum_{t \in \{'N','V'\}} \sum_{s \in S} x_{dts} = 1 \qquad \forall d \in D \qquad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_{d'V'i} = \sum_{i \in I} x_{d'N'i} \qquad \forall d \in D \qquad (3)$$

$$\sum_{i \in P} x_{d'V'i} = \sum_{i \in P} x_{d'N'i} \qquad \forall d \in D \qquad (4)$$

$$\sum_{d \in D} c_d \cdot x_{dts} \leq L_{ts} \qquad \forall s \in S, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (5)$$

$$y_{dt} = \sum_{s \in S} s.x_{dts} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (6)$$

$$y_{dt} \geq l_{dt} \qquad (7)$$

$$y_{dt} \leq g_{dt} \qquad (8)$$

$$y_{dt} \geq p_{do} \cdot y_{ot} + 1 \qquad \forall d \in D, \quad \forall o \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (9)$$

$$y_{dt} - p_{do} \cdot y_{ot} \leq b_{dt} + (1 - p_{do}) * M \qquad \forall d \in D, \quad \forall o \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (10)$$

$$y_{dt} \geq c_{do} \cdot y_{ot} \qquad \forall d \in D, \quad \forall o \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (11)$$

$$y_{dt} - c_{do} \cdot y_{ot} \leq b_{dt} + (1 - p_{do}) * M \qquad \forall d \in D, \quad \forall o \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (12)$$

$$y_{dt} - e_{do} \cdot y_{ot} \leq -\epsilon + M.z_{dt} \qquad \forall d \in D, \quad \forall o \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (13)$$

$$y_{dt} - e_{do} \cdot y_{ot} \geq +\epsilon - M.(1 - z_{dt}) \qquad \forall d \in D, \quad \forall o \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (14)$$

$$r_{dt} = y_{dt} - v_{dt} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (15)$$

$$r_{dt} \leq a_{dt} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (16)$$

$$-r_{dt} \leq a_{dt} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (17)$$

variáveis:

$$x_{dts} \in \mathbb{B} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\}, \quad \forall s \in S \qquad (18)$$

$$r_{dt} \in \mathbb{Z} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (19)$$

$$a_{dt} \in \mathbb{Z}^+ \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (20)$$

$$y_{dt} \in \mathbb{Z}^+ \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (21)$$

$$z_{dt} \in \mathbb{B} \qquad \forall d \in D, \quad \forall t \in \{'N','V'\} \qquad (22)$$

LEGENDA

parâmetros (constantes)

α e $1-\alpha$ é o peso entre as parcelas da Função Objetivo

ϵ é um número próximo de zero (para auxiliar a construção do sinal de diferente no modelo linear

c_d definem a carga horária do componente

L_{ts} definem a carga horária máxima para o turno t e o semestre s

p_{do} definem se o componenente o é pré-requisito do componente d

c_{do} definem se o componenente o é co-requisito do componente d

e_{do} definem se o componenente o não deve ficar no mesmo semestre do componente d ou não

l_{dt} e g_{dt} definem os semestres mínimo e máximo em que cada componente pode ser alocada

M é um número tão grande quanto necessário

índices:

t representa o turno da componente

d e o representam os componentes (disciplinas)

s representa o semestre dentro da Estrutura Curricular

variáveis:

x_{dts} responde se o componente d está no turno t no semestre s ou não

y_{dt} responde o semestre em que o componente d deve se encontrar no turno t

r_{dt} responde a diferença entre o semestre previsto v_{dt} e o semestre da solução para o componente e turno ydt

a_{dt} mostra r_{dt} em número absoluto

b_{dt} responde o quanto o componente d está próximo do seu pré-requisito ou correquisito mais distante

z_{dt} variável auxiliar pra restrição de desigualdade

Fonte: Autoria Própria (2024).

O modelo visa minimizar a diferença entre o semestre em que a componente é ofertada em 2018 e o semestre em que será ofertada em 2024 e minimizar a distância das disciplinas aos seus pré-requisitos e co-requisitos (1); Cada componente deve ser ofertada uma vez para cada turno (2); Garantir que a componente seja ofertada no primeiro semestre do ano em um turno e, no seguinte, no contraturno (se a componente é ofertada em semestre ímpar para o turno Noturno deve ser ofertada em semestre ímpar para o turno Vespertino, e vice-versa) (3 e 4); A soma da carga horária das disciplinas de um semestre não pode ser maior que o limite para esse semestre (5); Disciplina deve ser ofertada no mínimo e no máximo em um dado semestre (7 e 8); Cada disciplina deve ser ofertada, no mínimo, um semestre depois do seu pré-requisito e no mesmo semestre do seu co-requisito (9 a 12); Não colocar certas disciplinas no mesmo semestre (13 e 14).

O código gera uma estrutura curricular no Excel em um período de 5 minutos à 3 horas. Graças a esse procedimento, a migração ocorrerá de forma quase completa em 1 ano e meio.

6. **Lições aprendidas e conclusão**

Este relato compreendeu a terceira atualização do projeto pedagógico do curso de engenharia de produção (UFRN/ Campus Natal) fundado em 1998. O processo estruturado para a atualização refletiu o amadurecimento do curso, em especial, do corpo docente e da instituição, uma vez que cumpriu os objetivos de manter o conceito de excelência do curso (nota 5 no ENADE em 2025), orientar-se pelo desenvolvimento de competências e mitigar os efeitos negativos da transição dos PPCs.

A escuta dos atores (egressos, docentes e discentes) foi essencial para o processo de construção de um currículo por competências. Em especial, survey com 158 egressos que ativamente contribuíram com suas experiências profissionais permitiu identificar as fragilidades e potenciais do curso. Também marcou um momento importante de contato mais próximo com os ex-alunos que certamente será explorado em outras atualizações.

O trabalho colaborativo com os docentes do departamento de engenharia de produção também foi uma escolha acertada da comissão, pois possibilitou o envolvimento dos professores na construção das competências e habilidades, atualizações das componentes curriculares e a integração das áreas na reforma curricular. Ao final deste processo de atualização, cada disciplina que integra o currículo possui o indicativo das competências a serem desenvolvidas. O currículo excluiu disciplinas redundantes e adicionou novas componentes para sanar lacunas identificadas no processo de escuta dos interessados.

Além disso, o desenvolvimento das disciplinas integradoras e a inserção da carga horária da extensão evidenciam o esforço e direcionamento do currículo orientado por competências. Como também, demonstram que o curso tem buscado maior interação com a sociedade e resultados de aprendizagem práticos que contribuem com a formação discente e o contexto local.

O desenvolvimento e implementação de um modelo matemático para otimizar o ordenamento das disciplinas foi uma inovação desta atualização. O que reforça o potencial da engenharia de produção para gerir e otimizar processos institucionais, assim como, a utilidade de ferramentas quantitativas para apoiar decisões pedagógicas complexas.

Como o projeto pedagógico foi implementado em 2024.2, observam-se como desafios recentes as mudanças nas disciplinas integradoras que exigem a participação de orientadores e especialistas. Isso traz mais complexidade ao processo de planejamento e estruturação das componentes.

Em segundo lugar, observa-se a necessidade de implementar uma avaliação contínua dos projetos pedagógicos. Tendo em vista, que com o cenário de mudanças tecnológicas e globais mais rápidas, os currículos precisam ser mais flexíveis e passíveis de mudanças mais frequentes. Assim, tem-se o objetivo de permitir alterações incrementais.

Por fim, destaca-se a necessidade de formação docente para atuação e avaliação por competências. Em pesquisas anteriores com docentes e discentes, observa-se o uso de metodologias ativas em diversos componentes do curso como forma de integração teoria e prática. Contudo, a avaliação ainda é apontada como uma dificuldade dos docentes frente ao modelo de ensino, o que indica a necessidade de maior capacitação da equipe de professores para a aplicação plena da proposta pedagógica e obtenção de ganhos reais na formação discente.

Agradecimentos

Expressamos nossa gratidão ao Prof. Wattson José Saenz Perales (in memoriam), que teve uma carreira marcada pela busca da melhoria do ensino e infraestrutura do curso de Engenharia de Produção da UFRN. O professor Wattson contribuiu de forma relevante para a atualização do PPC apresentado. Também estendemos nossa gratidão aos professores Jesus Leodaly Salazar Aramayo, Joelton Fonseca Barbosa e Arthur Harry Frederico Ribeiro Kramer, que integraram a comissão de atualização do PPC no NDE juntamente com os autores deste artigo. Por fim, agradecemos aos demais docentes do departamento, discentes, egressos e empresas que participaram da construção do projeto pedagógico.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO). Disponível em: http://portal.abepro.org.br/. Acesso em: Acesso em: 26/06/2025.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: Ministério da Educação https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 26/06/2025.

CUNHA, G. D. Um panorama atual da Engenharia de Produção. Porto Alegre: 2002. Disponível em: https://abepro.org.br/arquivos/websites/1/panoramaatualep4.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. Revista de administração contemporânea, v. 5, p. 183-196, 2001.

MARIZ, F. B. A. R; PEREIRA, A. S; RUFINO, S.; COLOMBO, C. R.; SOARES, W. K. S; SILVA, F. H.S. Competências na engenharia de produção: uma proposta alinhada às dcns e percepções de egressos. Adriana Maria Tonini (org) Educação em Engenharia: Formação e atuação profissional. Brasília: ABENGE, *no prelo*

PARECER CNE/CES 1/2019 DE 23 DE JANEIRO DE 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file. Acesso em: 26/06/2025.

SCALLON, G. Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências. Trad. Juliana Vermelho Martins. Curitiba: PUCPRES, 2015

SILVA, A. A. D. da RAFASKI, A. D., SILVA, F. S. Competências necessárias ao engenheiro de produção: diferenças e similaridades nas perspectivas de egressos e de gerentes de produção industrial. Revista Produção Online, 23(2), 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i2.4413>. Acesso em: 26/06/2025.

SILVA, D. O Ensino de Competências no Brasil: O que dizem as teses e dissertações no Período de 2015 a 2019. Passo Fundo. Dissertação (Mestrado) – Educação, Universidade de Passo Fundo, Brasil, 2021.

VERTICCHIO, N. de M. Análise comparativa das habilidades e competências necessárias para o engenheiro na visão da indústria, dos discentes e dos docentes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. **Projeto pedagógico do curso de graduação em Engenharia de Produção**. Natal: UFRN, 2023. Disponível em: https://sigaa.ufrn.br/sigaa/public/curso/ppp.jsf?lc=pt_BR&id=2000029. Acesso em: 30 jun. 2025