


## O PERFIL DO EGRESSO DA ENGENHARIA AMBIENTAL: PERSPECTIVAS E APONTAMENTOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS EM EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

### ENVIRONMENTAL ENGINEER PROFILE: PERSPECTIVES AND NOTES OF ACTIVE LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION

**Priscilla Chantal Duarte Silva** 

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, ICPA  
Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI  
Itabira, MG, Brasil  
[priscillachantal@unifei.edu.br](mailto:priscillachantal@unifei.edu.br)

**Ricardo Luiz Perez Teixeira** 

Instituto de Engenharias Integradas, IEI  
Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI  
Itabira, MG, Brasil  
[ricardo.luiz@unifei.edu.br](mailto:ricardo.luiz@unifei.edu.br)

**Resumo.** A busca pela renovação do ensino de Engenharia, visando atender às inovações da indústria 4.0, tem gerado intensas discussões sobre a necessidade de novas metodologias de ensino. As metodologias ativas surgem como estratégias para promover a mudança do ensino tradicional. Embora alguns docentes apresentem resistência a essas abordagens, os órgãos gestores dos cursos de Engenharia das universidades brasileiras têm estabelecido exigências para acompanhar as novas tendências do mercado. Este estudo tem como objetivo avaliar o perfil do egresso do curso de Engenharia Ambiental em uma universidade pública brasileira, bem como identificar suas impressões e demandas. Os resultados indicam que o perfil do egresso não apenas revela como a universidade tem trabalhado as competências e habilidades nos cursos de engenharia, mas também aponta as demandas do mercado de trabalho no cenário nacional atual. Observou-se ainda que as metodologias ativas desempenham um papel importante na busca por atender às novas exigências. Conclui-se que a pesquisa do perfil do egresso auxilia a universidade nas tomadas de decisões acerca das possíveis mudanças no desenvolvimento dos cursos de graduação, uma vez que fornece informações sobre as necessidades dos profissionais da área fora do ambiente acadêmico.

**Palavras-chave:** Educação em Engenharia; Ensino de Engenharia; Metodologias Ativas

**Abstract.** The pursuit of transforming Engineering education to accommodate the advancements of industry 4.0 has sparked numerous discussions on the necessity for novel teaching methodologies. Active methodologies have emerged as a strategy for departing from traditional instruction. Although met with some resistance among certain faculty members, regulatory bodies overseeing Engineering programs at Brazilian universities have imposed requirements to align with emerging market trends. This study aims to evaluate the profile of graduates from the Environmental Engineering program at a Brazilian public university, ascertain their perceptions and demands, and investigate whether the university under scrutiny fulfills the criteria set by the engineering councils. The findings reveal that the graduate profile not only provides evidence of how the university fosters skills and competencies in engineering courses but also sheds light on the labor market demands in the present national context. Furthermore, the study establishes the significant role of active methodologies in meeting these new requirements. In conclusion, research into the graduate profile supports the university in making informed decisions regarding changes in the advancement and development of undergraduate programs, as it offers insights into the needs of professionals beyond the academic sphere.

**Keywords:** Active Methodologies; Engineering Education; Environmental Engineering

## INTRODUÇÃO

A importância das revoluções industriais para a aplicação e o desenvolvimento de soluções tecnológicas frente aos paradigmas industriais pode ser percebida há 200 anos de história. A 4ª revolução industrial traz como foco a digitalização. As ferramentas trazidas pela digitalização otimizaram o tempo de troca de informações nos diversos processos produtivos e de serviços. Essa revolução também trouxe consigo uma maior autonomia frente aos novos desafios de sobrevivência das empresas, num contexto extremamente competitivo e global com responsabilidade social e ambiental, em cumprimento às normas e regulações sobre as quais a empresa se enquadra. Afinal, trata-se de um conjunto de tecnologias que permite a fusão do mundo físico, digital e biológico. As principais tecnologias envolvidas são: a manufatura aditiva (3D); a inteligência artificial (IA); a internet das coisas (IoT, *Internet of Things*); a biologia sintética (SynBio); e os sistemas ciber-físicos (CPS) (TEIXEIRA; TEIXEIRA; DE ARAÚJO BRITO; SILVA, 2019, p. 28292-28293).

As mudanças ocasionadas pela implementação da indústria 4.0 envolvem também um ensino que aborde novas metodologias para o estímulo dos discentes para uma aprendizagem ativa (aprender a fazer a partir das experiências, por erro e acerto de forma metódica) (TEIXEIRA; SILVA; BRITO, 2019, p. 140-141). Essas metodologias capacitam o discente a resolver problemas e propor soluções a partir da

observação do mundo real, interligando universidade e mercado de trabalho, conciliando e formando novas aprendizagens de forma autônoma.

A quebra do paradigma ocorre quando o discente se torna responsável pelo seu aprendizado de modo autônomo e eficiente, em resposta às necessidades das questões atuais para a engenharia e a indústria (GLEASON, 2018). Uma das metodologias ativas de aprendizagem que podem ser empregadas é o *Problem* ou *Project Based Learning* - PBL com temas abrangendo questões ambientais, econômicas e sociais. A atividade permite, assim, trabalhar com os elementos fundamentais da sustentabilidade, conforme é trazido pelo tripé da sustentabilidade (*Triple Bottom Line*) e pela indústria 4.0.

A ONU e seus parceiros no Brasil estabelecem 17 objetivos e metas para o desenvolvimento sustentável: erradicação da pobreza; fome zero; saúde e bem estar; educação de qualidade; igualdade de gênero; água potável e saneamento; energia limpa e acessível; trabalho decente e crescimento econômico; indústria; inovação e infraestrutura; redução das desigualdades; cidades e comunidades sustentáveis; consumo e produção responsáveis; ação contra a mudança global do clima; vida na água; vida terrestre; paz, justiça e instituições eficazes; parcerias e meios de implementação (BONILLA *et al.*, 2018). Esses objetivos e metas visam estimular nos próximos anos um mundo melhor e sustentável para todos. Os objetivos de desenvolvimento sustentável são determinados pela ONU (2021).

O ensino superior tem um papel importante na transição para a quarta revolução industrial (4RI) (GLEASON, 2018). Porém, a educação superior atual ainda traz um modelo baseado para atender as necessidades das revoluções industriais anteriores, cujas demandas também eram diferentes em termos demográficos, saúde, níveis de alfabetização, desigualdade sociais e alterações climáticas. As alterações realizadas na educação superior para se adequar à 4RI têm sido discutidas pelos institutos e órgão de educação para a sua implementação nas diversas estruturas curriculares, com destaque para a engenharia.

O conceito geral da 4RI tem como base o avanço do processo produtivo- industrial e a relação com as tecnologias avançadas, tais como: 3D; IA; IOT; SynBio e CPS (GLEASON, 2018). As mudanças ocasionadas pela implementação da 4RI envolvem, além das tecnologias envolvidas, um ensino, de um modo geral, com novas práticas pedagógicas que estimulem os discentes a aprenderem ativamente (TEIXEIRA; SILVA; BRITO, 2019, p. 140-141). Afinal, com as novas mudanças tecnológicas dessa revolução, bem como as exigências de profissionais que saibam lidar com essas tecnologias, obrigam as universidades a atualizarem os currículos dos cursos de graduação em engenharia para atender à exigência do mercado de trabalho e estabelecer o perfil do egresso de cada curso, conforme as demandas dos novos tempos.

A integração entre o problema proposto ao discente e a prática encontrada na indústria é um ponto chave para o *Problem Based Learning*- (PBL), aplicado nas engenharias. A integração do PBL com problemas em indústria fornece também condições aos discente para que estes desenvolvam habilidades interpessoais de autoaprendizagem (TEIXEIRA; SILVA; BRITO, 2019, p. 140-141). Sob esse aspecto, ressalta-se que a adequada abordagem educacional para o ensino e a aprendizagem por PBL melhora a capacidade dos discentes de adquirir e aplicar conhecimentos com problemas de situações reais.

Os impactos da sustentabilidade no 4RI ainda não são plenamente conhecidos (BONILLA *et al.*, 2018), sendo, portanto, um desafio na organização do mercado de trabalho (TESSARINI; SALTORATO 2018) e, conseqüentemente para uma nova estrutura curricular da educação superior, especialmente em engenharia. Os cursos de graduação em engenharia no Brasil são regidos pela Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002 (MEC, 2002). As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia - DCNs definem o perfil do egresso que devem formar, considerando uma formação holística e humanista. Nessa seara, as Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia (DCNs de Engenharia) têm destacado a importância de reformulação e atualização curricular, no intuito de atender demandas futuras, isto é, preparar os novos engenheiros para as necessidades e demandas do mercado dentro do contexto da 4RI e a competitividade com o mercado internacional. Para tanto, a formação do engenheiro deve ser repensada, não só no que concerne às adaptações disciplinares, mas também nas práticas de ensino. Nesse sentido, tem-se, de um lado, uma preocupação com a formação, considerando-se uma curricularização efetiva e, de outro, o setor produtivo que “encontra dificuldades para recrutar trabalhadores qualificados para atuarem na fronteira do conhecimento das engenharias” (MEC, 2002). Para esse setor, a expectativa exige profissionais mais completos, no sentido de estarem mais preparados para a realidade do mercado.

Para além dos conhecimentos técnicos da área, as diretrizes apontam para a necessidade de se trabalhar habilidades e competências na formação do engenheiro, preparando-o com outros conhecimentos como: liderança; trabalho em equipe; planejamento; gestão estratégica; e aprendizagem de forma autônoma. Com

efeito, o perfil do egresso deve ser condizente com o perfil profissional exigido pelas empresas que contempla qualificações de cunho técnico e comportamental. Entende-se por competência o conjunto de habilidades associadas ao saber fazer, saber agir dentro de um contexto específico, a partir dos conhecimentos obtidos ao longo do curso. Por exemplo, todo o conhecimento necessário para uma profissão específica, no caso deste estudo, as competências voltadas para a engenharia ambiental. As habilidades, por sua vez, se referem às capacidades aprendidas por meio de treinamentos, aulas, experiências ou observações. Porém, não integradas a um contexto. Por exemplo, o discente pode ter a capacidade de usar a linguagem para se expressar por escrito, mas pode não ter necessariamente a competência de usar essa habilidade para redigir um relatório técnico na sua área de atuação (PERRENOUD, 1999; LEGENDRE, 2000).

A quebra de paradigmas, no que concerne ao uso das metodologias de aprendizagem ativa, auxilia no “processo de ensino-aprendizagem de forma positiva e eficaz, pois favorecem a participação do discente e contribui para a metacognição, uma vez que o faz refletir sobre a sua própria forma de aprender” (TEIXEIRA, TEIXEIRA, DE ARAÚJO BRITO, 2018). No entanto, para tal, faz-se “necessária uma readequação nos currículos de engenharia e seus planos pedagógicos de curso (PPCs), bem como uma melhor receptividade tanto de docentes como de discentes” para as novas tecnologias de aprendizagem. O objetivo deste estudo é avaliar o perfil do egresso do curso de engenharia ambiental de uma universidade pública brasileira, utilizando-se o método *survey*, por meio de coleta e análise categórica das opiniões e relatos dos egressos sobre o mercado de trabalho da área e do curso, como também investigar se os parâmetros das exigências dos conselhos de engenharia estão sendo cumpridos pela universidade em estudo.

#### **Exigências da Indústria 4.0**

Sabe-se que, atualmente, em decorrência do avanço tecnológico, pela busca de produtos mais complexos, eficientes e de qualidade inexecuível, a indústria, conhecida como 4RI, tem direcionado o mercado, forçando a universidade a promover mudanças estruturais que atendam a esse cenário do mundo industrial, no qual a tecnologia de ponta está associada ao uso da internet com segurança no trânsito de informações digitais (TESSARINI, SALTORATO, 2020). Essa necessidade de mudança de paradigmas também é perceptível pelos discentes desta investigação, que observam, ao sair da universidade, o comparativo entre o que a escola ensina e o que o mercado exige dele. A 4RI traz um novo paradigma que promete redesenhar o mapa do sistema de produção das indústrias (TESSARINI, SALTORATO, 2020).

É notória a necessidade de se investir em capital humano por diversas razões (GLEASON, 2018). Uma delas é quanto ao ensino superior em responder às demandas da economia da automatização e da 4RI. Embora a 4RI venha com intuito de gerar benefícios inclusivos com novos postos de trabalho no mercado, existe também a preocupação quanto ao surgimento de externalidades negativas, como a extinção do trabalho tradicional, um problema de cunho socioeconômico (SCHWAB, 2016). Os impactos em termos sociais estão relacionados à substituição da força de trabalho pelas máquinas, tornando os trabalhos menos qualificados mais escassos no futuro e aumentando o número de desemprego, dependendo do nível de desenvolvimento econômico ou da velocidade de transferência de postos de trabalhos do setor industrial para o de serviços de cada país. Já em termos econômicos, a 4RI pode gerar impactos de grande dimensão em diversas variáveis macroeconômicas, como no Produto Interno Bruto (PIB), nos investimentos, no emprego, no consumo e na inflação.

O aprimoramento das competências e habilidades é uma demanda do mercado de trabalho, pois a Quarta Revolução Industrial (4RI) impõe às indústrias e aos profissionais a necessidade de uma qualificação mais elevada (Tessarini; Saltorato, 2020). Isso se torna fundamental para preservar os empregos, adaptar-se às novas tecnologias e às mudanças organizacionais. Como resultado, há uma forte pressão por maior acesso ao ensino superior e à educação de qualidade.

Identificam-se três competências principais com base nos desafios impostos pela Quarta Revolução Industrial. Primeiramente, as competências funcionais são aquelas necessárias para atender às demandas técnicas e profissionais relacionadas ao desempenho das tarefas. Em segundo lugar, as competências comportamentais são inerentes ao indivíduo e, por fim, as competências sociais referem-se à capacidade dos indivíduos de se relacionarem em grupo.

Diante desse cenário, o grande desafio é saber como promover a aprendizagem e a inovação no contexto do trabalho. As competências e habilidades, nesse contexto, devem estar alinhadas com a reformulação educacional, de modo a atender aos interesses públicos, privados e científicos, em resposta à Quarta Revolução Industrial.

Os desafios da sustentabilidade da 4RI estão relacionados com os aspectos econômicos, sociais e ambientais, e não apenas com o lucro da atividade produtiva (TESSARINI; SALTORATO, 2020; ONU, 2021). Um modelo de sustentabilidade ambiental deve, no mínimo, implicar na alocação racional dos recursos naturais, na minimização dos resíduos ou no tratamento e descarte adequado desses resíduos. Em outros termos, a taxa de exploração dos recursos naturais não deve exceder a taxa de regeneração, assim como, a taxa de geração de resíduos não deve ultrapassar a capacidade de absorção da biosfera e o esgotamento dos recursos não renováveis (DALY, 1980).

Por outro lado, embora o cenário atual esteja repleto de desafios ambientais globais complexos, a 4RI surge da coesão da disponibilidade da inovação digital tecnológica e da demanda dos consumidores por produtos de alta qualidade e diferenciação, mesmo que o princípio da 4RI não esteja focado em fornecer soluções para os problemas ecológicos enfrentados pela produção, mas sim em aumentar a produtividade, o crescimento da receita e a competitividade, também tem lidado com a necessidade de produzir dentro das limitações ambientais voltadas para a sustentabilidade, levando em conta um orçamento ambiental razoável, e dentro das exigências da sociedade contemporânea (BONILLA *et al.*, 2018). No entanto, é importante investigar como a 4RI afeta a sustentabilidade ambiental, pois apesar dos seus benefícios potenciais, estes podem ser limitados pela infraestrutura tecnológica (DOS SANTOS GERMANO; VILLAS BOAS MELLO, 2021). Aliado a isso, as tecnologias digitais estão sofrendo uma pressão ambiental global relacionada à tendência em crescimento da demanda de energia e à urgência da adoção de sistemas energéticos de baixo carbono (DOWELL; HART; YEUNG, 2000; SMIT *et al.*, 2016). Além disso, embora não seja unânime, alguns estudos acadêmicos têm demonstrado que produzir de forma ambientalmente proativa não é sinônimo de gasto, existem também benefícios e vantagens competitivas relacionadas às atividades ambientais antecipadas (DOWELL; HART; YEUNG, 2000; SEN; ROY; PAL, 2015, GUENSTER *et al.*, 2011).

A implantação da 4RI impacta no *Triple Bottom Line* (3BL ou TBL). O 3BL estabelece que as organizações devem ir além dos resultados econômicos, não focando apenas nos lucros diretos. A partir dessa visão, os resultados devem ser pensados por três fatores principais: social, ambiental e econômico. O primeiro fator engloba a satisfação e a qualidade de vida das pessoas que estão ligadas direta ou indiretamente à empresa, como colaboradores e partes interessadas (*stakeholders*). O segundo diz respeito às ações responsáveis e sustentáveis ambientalmente, como uso de energias renováveis, utilização e reciclagem adequadas de materiais, ou seja, a transformação do passivo em ativo ambiental. O terceiro se refere à lucratividade aliada à melhora da qualidade de vida das pessoas e às práticas ambientalmente corretas. Pode-se dizer que O 3BL promove ainda: a manufatura responsável e sustentável; a responsabilidade ambiental; a conservação de energia e recursos; consumo de energia renovável e menos poluente; reciclagem; minimização de embalagens e redução de emissão de carbono e desenvolvimento de responsabilidade social nos produtos e serviços (PALMA *et al.*, 2017). Nessa visão, esses três fatores devem interagir de forma abrangente entre si. Quando isso é feito com êxito, a empresa pode ser enquadrada como sustentável. A sustentabilidade é um dos pilares das competências necessárias para a formação do engenheiro ambiental.

Em decorrência do alto consumo de energia elétrica e recursos naturais, bem como a necessidade de ser ter fontes mais limpas de energia e a criação de tecnologias mais eficientes que possam minimizar os impactos ambientais, os profissionais de engenharia precisam não ter apenas a experiência numa área específica, mas expertises mais abrangentes, de modo que consigam relacionar conhecimentos particulares com as demais áreas do entorno para entender e integrar processos produtivos. Para isso, uma mudança metodológica do ensino de engenharia é crucial para o desenvolvimento profissional. A metodologia tradicional tem se mostrado ineficiente quando aplicada em massa. Dessa forma, o PBL pode ser uma estratégia de aprendizagem para que os discentes possam relacionar os conhecimentos a modelos realistas e complexos. Além disso, há ainda o desenvolvimento da capacidade de generalização e de associação com vários sistemas e ferramentas, algo relevante para programas de engenharias, pois o profissional desta área precisará propor soluções para problemas, muitas vezes, de ordem multidisciplinar (FELGUEIRAS; CAETANO, 2018).

Em termos da 4RI com 3BL, busca-se trabalhar a engenharia na manufatura sustentável com a metodologia PBL para a melhorar a eficiência produtiva, obtendo-se a lucratividade com responsabilidade ambiental e social. A manufatura sustentável busca implementar processos e produtos que não gerem danos ao meio ambiente, que tragam benefícios para a sociedade e que tenham viabilidade econômica. Essa linha de pensamento ao afirmarem que a sustentabilidade, como proposta como prática de gestão, eleva a

eficiência da utilização de recursos, a melhor interação logística e eficiência tanto quanto social quanto ambiental (HUNG, 2016, SANCHES; CARVALHO; GOMES, 2019).

### **O Uso do Problem Based Learning nas Metodologias Ativas no Wnsino**

O princípio básico do *Problem Based Learning* (PBL) é a solução de problemas. O PBL instituiu-se como um método de trabalhar com problemas reais do cotidiano para fins didáticos. Essa metodologia parte da hipótese de que, uma vez trazendo casos da realidade extracurricular do discente, este seja capaz de aprender com mais facilidade. O PBL foi originalmente formulado para sanar o problema de muitos discentes não conseguirem aplicar o conteúdo aprendido na sala de aula na realidade (BARROWS; TAMBLYN, 1980).

Os problemas desencadeiam, nos discentes, certa motivação para estudar o conhecimento do conteúdo necessário (HUNG, 2016). O PBL foi abordado inicialmente por Barrows e Tamblyn no programa da faculdade de medicina da Universidade McMaster, em Hamilton, Canadá, na década de 1960. Segundo Clandfield e Sivell (1990), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP ou PBL) remonta a 1920 com Celestin Freinet. A metodologia foi aplicada no curso de Medicina na década de 70, na Michigan State University, com o intuito de articular teoria e prática a partir de casos reais. Dessa forma, um caso era problematizado e levado para a sala de aula contextualizando o conteúdo teórico com casos da realidade, os quais os discentes provavelmente poderiam encontrar na vida profissional. Tais problemas instigam conseqüentes estudos em monografias e pesquisas de iniciação científica pelos discentes (FELGUEIRAS; CAETANO, 2018; SOUZA *et al.*, 2018; ANDRÉ *et al.*, 2021).

Um outro aspecto relevante do PBL é o impacto positivo no incremento da autoconfiança nos discentes (TEIXEIRA *et al.*, 2020). Além disso, “contribui para a metacognição, uma vez que o faz refletir sobre a sua própria forma de aprender”. Afinal, ao utilizar o PBL, a partir da exploração de um problema, na tentativa de solucioná-lo, o discente reconhece a sua melhor forma de aprender, pois de modo autônomo, tentará encontrar a solução para o problema proposto. Nesse caso, o professor atuará como o fomentador da aprendizagem, orientando-o no processo de descoberta. Assim, o discente perceberá o mecanismo de aprendizagem, uma forma de metacognição (TEIXEIRA; SILVA; BRITO, 2019, p. 140-141).

A partir dessa mudança curricular, o PBL teve espaço entre outros domínios, em outros cursos, buscando retratar a ideia do problema real na educação. Nesse contexto, o PBL se constitui numa estimulação aos discentes atingirem a aprendizagem independente (SAVIN-BADEN, 2003). A aprendizagem baseada em problemas tem sido cada vez mais ampliada em outros contextos da educação superior além da medicina (SAVIN-BADEN, 2003).

O PBL pode trazer várias abordagens, mas normalmente, centra-se no caráter instrucional de estudos de casos e desenvolvimento de projetos (HMELO-SILVER, 2004). Com isso, os discentes aprendem a partir da observação e resolução de problemas a partir de situações reais. Dessa forma, os discentes se tornam mais ativos no processo de aprendizagem por se sentirem protagonistas e responsáveis pela aprendizagem. Nesse sentido, o professor torna-se apenas um facilitador, enquanto os discentes formulam e analisam o problema identificando os fatores relevantes do cenário educacional.

O PBL caracteriza-se como sendo uma metodologia de ensino eficaz para o desenvolvimento de habilidades: de colaboração; comunicação; interdisciplinaridade; inovação; e responsabilidade social (DU; SU; LIU, 2013). Nesse sentido, trata-se de uma metodologia que tem o propósito de inovar e permitir uma maturidade cognitiva dos discentes. Há no PBL uma oportunidade estratégica de proporcionar um ensino mais ativo, em que chamam de “mundo real de oportunidades de aprendizagem”, de forma que os discentes possam trabalhar com casos reais de sustentabilidade (ORTIZ; HUBER-HEIM, 2017), “mundo real de oportunidades de aprendizagem”. Dessa forma, a aplicação das metodologias ativas no ensino superior tem se tornado uma oportunidade de renovar os currículos da educação superior, aproximando o discente da realidade do mercado. Esta metodologia, torna-se, portanto, uma estratégia de ensino positiva para a estimulação cognitiva e a motivação dos discentes. Além disso, trata-se de uma das exigências das novas DCNs. No caso particular dos cursos de engenharia, essas metodologias auxiliam na formação dos discentes para os novos direcionamentos da 4RI e 3BL.

### **METODOLOGIA**

A base metodológica deste estudo parte de uma investigação mista, a partir da utilização do método *survey* sob a técnica de questionário. Para investigar o perfil do egresso, utilizaram-se as orientações sobre as competências e habilidades, previstas nas novas diretrizes curriculares nacionais de todos os cursos de

graduação em engenharia, conforme CNE/CES n.2 24 de abril de 2019 (MEC, 2002). Levantadas as competências e as habilidades previstas em (MEC, 2002), elaborou-se um questionário de questões abertas e fechadas, disponibilizado no *Google Forms* para todos os discentes egressos do curso de engenharia ambiental de uma universidade pública brasileira, selecionada para este estudo. O espaço amostral era de 120 egressos, considerando o intervalo de anos de 2015 a 2020. O estudo dos egressos abrangeu desde a primeira turma formada do curso de engenharia ambiental da universidade selecionada até o final de 2020.

Do universo de 120 egressos, obteve-se  $n=36$ . Dessa forma, trabalhou-se com um percentual de 30% de respondentes/informantes. Com efeito, a margem de erro foi de 11,55%, conforme cálculo amostral da Companhia Solvis - soluções em pesquisa; nível de confiança de 90% com distribuição heterogênea. A margem de erro é o índice de variação dos resultados de uma pesquisa.

Como a pesquisa foi dimensionada também com a natureza qualitativa, as questões abertas do questionário foram analisadas e categorizadas para melhor compreensão dos resultados. As categorias foram delimitadas considerando: a opinião dos respondentes acerca das exigências do mercado; a formação técnica; a informática; as línguas e comunicação; as relações pessoais; a escrita técnica; a gestão; a habilitação e o conhecimentos da área técnica. Em um segundo momento, realizou-se uma busca nos mais conhecidos sites de oferta de vagas para emprego do país, tais como: Vagas.com, Catho, LinkedIn, Vagas Online, Joooble, Temos Vagas Online e Seleção Engenharia, para constatar as exigências do mercado de trabalho da área de engenharia ambiental.

As chaves de busca foram: engenheiro ambiental, engenharia ambiental, ambiental, ambiente para que fosse possível abarcar anúncios de vagas que contemplassem toda a área de engenharia ambiental ou exigisse esse tipo de formação profissional. Selecionaram-se 35 anúncios de vagas de emprego de diferentes fontes e empresas para analisar o perfil profissional exigido por elas, bem como as habilidades e competências envolvidas. A seleção foi aleatória considerando todo o território nacional. Adotaram-se como critério de exclusão: estágios; trainee; e anúncios sem perfil, uma vez que o foco da pesquisa era a investigação sobre o perfil exigido do profissional já formado.

Consideraram-se anúncios sem perfil, isto é, aqueles que apenas informam as exigências quanto à formação e experiência profissional, sem especificar detalhamento sobre o perfil almejado, como as características, as habilidades e as competências esperadas. A partir daí, observou-se o que havia em comum em todos os enunciados dos anúncios e computaram-se os dados, conforme Tabela VIII. Observou-se ainda nos enunciados a descrição da vaga de emprego e os respectivos pré-requisitos discriminados nestes.

Utilizou-se também uma categorização das exigências encontradas nos anúncios, considerando: exigências técnicas ligadas ao saber fazer ou os conhecimentos necessários para exercer o cargo; o desejável ou o que a empresa determina como diferencial competitivo para o candidato além de características e qualidades; determinadas pelas empresas, como aquelas ligadas ao comportamento humano e pessoal. Desse modo, realizou-se um cruzamento dos dados da pesquisa com os discentes egressos, com base no questionário aplicado, com os dados obtidos por meio dos anúncios selecionados.

Partiu-se da hipótese de que a percepção dos discentes egressos refletiria a realidade do que as empresas exigem deles ao chegarem no mercado de trabalho. Da mesma forma, os anúncios de oferta de vagas de emprego contêm, muitas vezes, a descrição do perfil solicitado. Sob esse aspecto, vale lembrar que o perfil do egresso se refere à estimativa de como o discente tem chegado ao mercado de trabalho após o término do curso de graduação, tendo em vista os parâmetros estabelecidos pelos órgãos competentes brasileiros. Já o perfil profissional exigido pelas empresas retrata as necessidades de adaptação e adequação das universidades, na tentativa de atender exigências à aprendizagem universitária.

## RESULTADOS

Com base na premissa de que o perfil profissional exigido pelas empresas serve como orientação para possíveis alterações curriculares e considerando que o perfil dos egressos revela as necessidades de mudanças e adaptações para atender à demanda do mercado, foi possível constatar que o perfil profissional enfoca aspectos como resumo de qualificações, habilidades, competências e experiências anteriores.

Nesse sentido, foram realizadas análises dos anúncios de emprego buscando identificar as habilidades condizentes com a profissão de engenheiro ambiental. Além dos dados pessoais dos entrevistados, foram coletadas informações sobre o ano de formação, o status atual de graduação ou pós-graduação, a participação em cursos de pós-graduação, a situação de emprego atual e os cargos ocupados.

No que se refere ao panorama da pós-graduação, de acordo com os dados apresentados na Figura 1, foi possível observar o seguinte: 41,6% dos entrevistados estão atualmente matriculados em algum

programa de pós-graduação, 8,33% estão cursando outra graduação e 50% não estão envolvidos em nenhum outro programa de formação. Em relação aos entrevistados, 16,7% estão cursando uma pós-graduação na área de engenharia ambiental, 13,9% já concluíram algum curso de pós-graduação nessa área, 38,9% não estão cursando uma pós-graduação no momento, mas têm a intenção de fazê-lo, e 30,6% não têm interesse em cursar uma pós-graduação. Esses resultados indicam que a maioria dos entrevistados demonstra interesse em continuar seus estudos na área de engenharia ambiental.

Com base no princípio de que o perfil profissional exigido pelas empresas se mostra como uma orientação para possíveis mudanças curriculares e que o perfil do egresso revela as necessidades de mudanças e adequações voltadas para a atender a demanda de mercado, foi possível observar que o perfil profissional se centra no de: resumo de qualificações; habilidades; competências; e experiências anteriores.

Desse modo, procurou-se observar no enunciado dos anúncios as habilidades condizentes à profissão do engenheiro ambiental. Além dos dados pessoais dos informantes, buscou-se identificar como segue: o ano de formação; se cursa atualmente uma graduação ou pós-graduação; se está cursando ou não pós-graduação, um cenário de pós-graduação para verificar possíveis demandas; se trabalha atualmente ou não e quais cargos estão sendo ocupados. Quanto ao cenário de pós-graduação, apresentado na Figura 1, pode-se observar que: 41,6% cursam pós-graduação; 8,33% cursam outra graduação; e 50% não cursam outra formação; 16,7% cursam pós-graduação na área; 13,9% já cursaram alguma pós-graduação na área; 38,9% não cursam nenhuma pós-graduação, mas pretendem cursar; e 30,6% não pretendem cursar. Isso indica que grande parte dos informantes tem interesse em prosseguir estudos na área de engenharia ambiental.

### Cursa uma pós-graduação (scrito sensu) na área de Engenharia Ambiental?

36 respostas

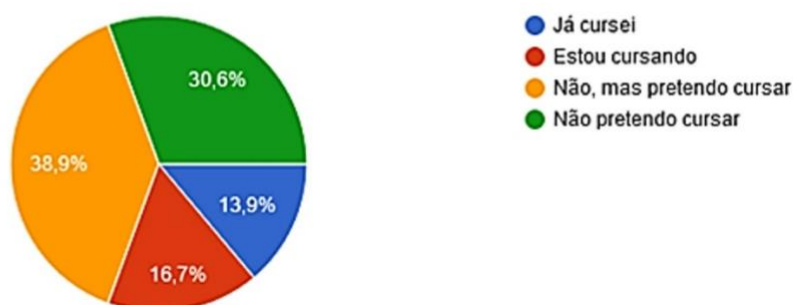


Figura 1. Cenário pós-graduação. Fonte: Dados dos autores (2023)

A busca por um programa de pós-graduação em uma determinada área reflete o comportamento dos graduados em relação ao interesse pela educação continuada e suas expectativas de permanecer atuando nesse campo. Essa busca pode ser considerada um indicativo do comportamento futuro dos profissionais formados. Ao considerar os indivíduos que já concluíram a pós-graduação, aqueles que pretendem cursá-la e os que estão atualmente matriculados, é possível obter um resultado satisfatório em termos de interesse em prosseguir com os estudos.

A Tabela 1 apresenta as áreas de maior interesse entre os graduados do curso de engenharia ambiental. Tanto nos programas de pós-graduação lato sensu quanto nos programas de pós-graduação stricto sensu, observa-se uma clara preferência pelas áreas temáticas da engenharia ambiental ou por áreas relacionadas à profissão.

Nesse contexto, o panorama revela as áreas mais procuradas, o que sugere que essas áreas podem ser consideradas promissoras na perspectiva dos estudantes ou que já estejam ocupadas por eles. Além disso, essas indicações podem orientar o curso na seleção de áreas específicas para atuação futura.

Tabela 1. Cenário Pós-Graduação.

Pós-lato sensu na área ambiental	Pós-lato sensu em outras áreas	Pós-scrito sensu na área ambiental
Pós-graduação em Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos	Pós-graduação em Finanças, investimentos e Banking	Mestrado em Sensoriamento remoto
Especialização em geoprocessamento	Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho	Mestrado em Eng. Energia e Meio Ambiente

Especialização em Engenharia Ambiental e Urbana  
Gestão Ambiental

Gestão, Licenciamento e auditoria ambiental

Especialização em Recursos hídricos e Ambientais

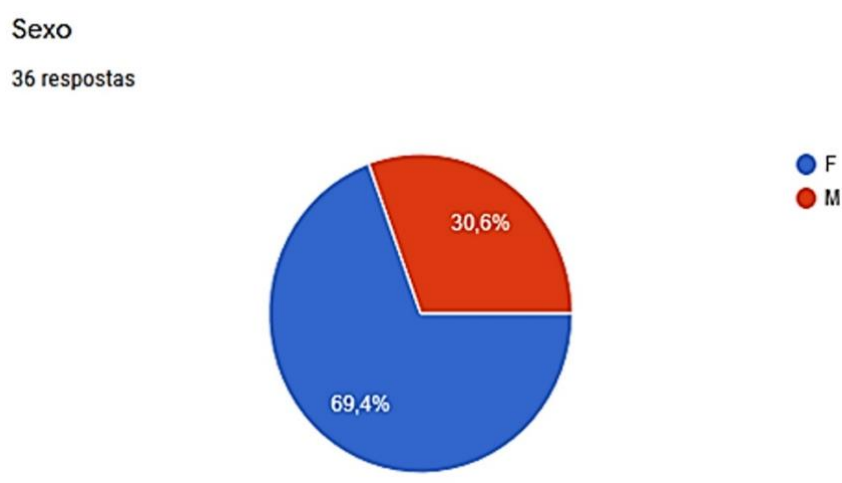
Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos hídricos

Mestrado em Gestão Ambiental e Sistemas de informações geográficas

Mestrado em Gestão e Regulação de recursos hídricos

Fontes: dados dos autores (2023)

Ao analisar a variável de gênero, como ilustrado na Figura 2, constata-se uma clara predominância do público feminino, tanto em relação ao número de respondentes quanto ao número total de egressos. Essa evidência indica uma participação expressiva das mulheres no curso em estudo, revelando sua relevância e representatividade no contexto educacional abordado. Essa constatação ressalta a importância de promover e incentivar a igualdade de gênero no âmbito educacional, garantindo oportunidades equitativas para todos os estudantes.



**Figura 2.** Variável de gênero dos informantes. Fonte: Dados dos autores (2023)

A Tabela 2 ilustra que: 63,88% trabalham na área; 5,55% trabalham em outra área; 30,55% não trabalham atualmente, o que indica que a maioria dos egressos já atua na área.

**Tabela 2.** Trabalha atualmente na área?

Sim		Em outra área	Não
Na área	Autônomo/consultoria	2	11
23	5		

Fontes: dados dos autores (2023)

A Tabela 3 apresenta uma variedade de cargos ocupados, que incluem engenheiros, analistas e técnicos. Os resultados revelam que a maioria dos entrevistados está trabalhando na área de engenharia ambiental, indicando que esses graduados estão conseguindo ingressar em suas carreiras, muitos ocupando cargos de engenheiro ou analista.

É relevante destacar que os nomes dos cargos podem variar de acordo com a organização da empresa e as especificidades das funções, embora todos exijam a conclusão da graduação.

**Tabela 3.** Cargos ocupados pelos informantes.

Cargos na Área	Cargos em Outras Áreas
Especialista pleno socioambiental	Comprador global de ingredientes especializados
Engenheiro hidráulico	Analista de dados



---

Analista de meio ambiente  
Responsável técnico de prefeitura  
Técnico de meio ambiente  
Supervisor ambiental  
Analista de meio ambiente Jr e Pleno  
Gerente de qualidade na ISO/IEC 17025  
Analista de projetos  
Técnico em meio ambiente  
Consultor técnico  
Analista de geoprocessamento  
Supervisor ambiental  
Analista ambiental

---

Fontes: dados dos autores (2023)

Também foram avaliados, conforme apresentado na Figura 3, o nível de satisfação dos egressos em relação à formação acadêmica e à atuação profissional na área de engenharia ambiental. Por questões éticas e de sigilo, o nome da universidade foi omitido. Os resultados revelaram que, de modo geral, os egressos estão satisfeitos com a formação recebida na universidade. Esses resultados sugerem que a maioria dos entrevistados possui uma percepção positiva em relação ao curso de engenharia ambiental oferecido pela instituição de ensino onde concluíram a graduação.

Essa satisfação está associada ao conceito de estado de Flow, descrito como um estado em que o indivíduo se envolve espontânea e produtivamente em uma atividade (CSIKSZENTMIHALYI; CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Quando um indivíduo atinge esse estado de Flow, ele experimenta plena satisfação com a atividade realizada, demonstrando maior criatividade, autonomia cognitiva e bem-estar.

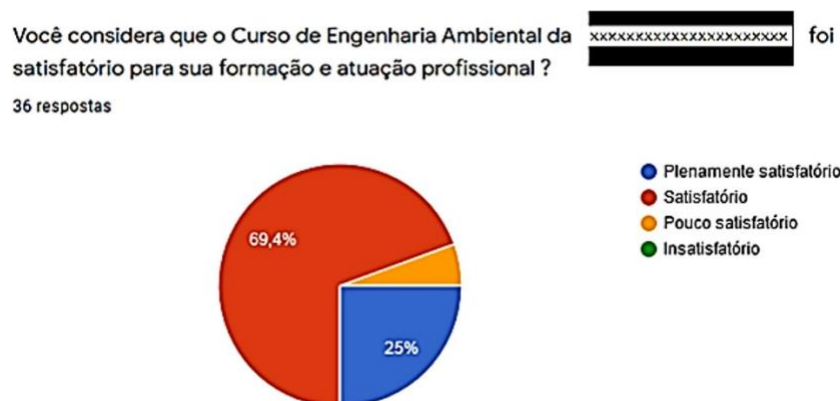


Figura 3. Satisfação quanto à formação. Fonte: Dados dos autores (2023)

No que diz respeito aos requisitos do mercado de trabalho, conforme exemplificado na Figura 4, foram identificadas algumas categorias organizadas da seguinte maneira: formação técnica, ou seja, a exigência de graduação e pós-graduação; conhecimentos de informática, onde AutoCad, ArGis, Excel e pacote Office avançado foram os mais mencionados. Esses mesmos softwares também são requisitados para completar o perfil do engenheiro ambiental nos anúncios de empresas. É importante ressaltar que o perfil profissional engloba tanto as exigências técnicas quanto as comportamentais. Nesse sentido, foram identificadas diversas habilidades e competências frequentes nos anúncios, muitos deles descrevendo esses requisitos para o cargo.

Inicialmente, foi observada uma consistência nos anúncios de emprego, enfatizando requisitos básicos como boa conduta, flexibilidade, liderança, credibilidade, dedicação, criatividade, responsabilidade, motivação, habilidade de trabalho em equipe, foco na satisfação do cliente, proatividade e resiliência. Além dessas características comportamentais, os conhecimentos técnicos também são de grande relevância e complementam essas habilidades. No que diz respeito aos conhecimentos de informática, verificou-se que os egressos são exigidos a possuir um domínio avançado nessa área. No anúncio de vaga de emprego apresentado na Figura 4, a informática é mencionada como um requisito essencial, deixando de ser um

diferencial. Além disso, é possível observar que os softwares topográficos são amplamente requisitados, devido à necessidade de precisão nos trabalhos técnicos envolvendo cálculos e representação gráfica.

## Analista ambiental

### Perfil completo

**Descrição** Requisitos Necessários: - Formação: Engenharia Ambiental - Experiência comprovada na função, principalmente em licenciamento ambiental - Conhecimento em gerenciamento de resíduos, tratamento de efluentes e softwares topográficos (Google Earth e QGIS) - Informática: Pacote Office (Excel Avançado, Word, Power Point e Outlook) - Ser comunicativo, ter perfil de influenciador para educação ambiental, bom relacionamento com equipe e gestores Principais Atividades: - Controlar e atualizar licenças ambientais junto aos órgãos ambientais regulamentadores - Assegurar o atendimento aos requisitos legais, bem como o cumprimento das exigências técnicas contidas nas licenças - Alinhar as diretrizes e políticas ambientais por meio de implantação de padrões, ações corretivas e de melhorias - Monitoramento de performance ambiental, gerenciando resultados e indicadores da área - Garantir a execução dos planos de monitoramento (águas, efluentes, resíduos, emissão atmosférica, fauna e flora) - Elaborar projetos e/ou relatórios de monitoramento de restauração ecológica - Desenvolver programas de educação ambiental junto a comunidade

**Figura 4.** Anúncio analista ambiental. Fonte: Dados dos autores (2023)

Assim, procedeu-se à análise dos anúncios de vagas de emprego em conjunto com os dados obtidos por meio da pesquisa com os egressos, a fim de identificar as competências e habilidades mais frequentes (ver Tabela 4).

**Tabela 4.** Exigências do mercado de trabalho.

Exigências do Mercado / Categorização	
Formação técnica	Graduação e Pós-graduação
Informática	AutoCad
	Argis
	Excel intermediário e avançado
	Informática avançada

Fontes: dados dos autores (2023)

Nesse contexto, foi realizada uma análise conjunta dos anúncios de vagas de emprego juntamente com os dados obtidos por meio da pesquisa com os egressos, com o objetivo de identificar as competências e habilidades comuns (ver Tabela 4). A análise dos resultados da Tabela 4 revelou que a universidade não possui condições de abordar integralmente o conteúdo relacionado à informática em seu currículo pedagógico, de acordo com as exigências descritas nos anúncios. Portanto, sugere-se que esses conhecimentos sejam contemplados por meio de atividades complementares ou de extensão ao longo do curso. No que se refere à área de línguas e comunicação, constatou-se que o domínio avançado do inglês e espanhol, a experiência internacional e a habilidade de comunicação oral e escrita foram os requisitos mais mencionados pelos participantes. Em relação às habilidades interpessoais, o marketing pessoal, o desenvolvimento de habilidades interpessoais (conhecimento de Soft skills), a criatividade, o dinamismo, a proatividade e a capacidade de trabalhar em equipe complementam o perfil do egresso.

**Tabela 5.** Exigências do mercado quanto a línguas e comunicação.

Exigências do mercado / Categorização / Línguas e Comunicação	
Línguas	Inglês e espanhol avançado
	Vivência no exterior
Comunicação	Comunicação escrita

Oratória / expressão oral

Comunicação oral / relações interpessoais

Fontes: dados dos autores (2023)

Conforme apresentado na Tabela 5, foi observado que o conhecimento de línguas estrangeiras é uma exigência nas vagas de emprego, sendo o inglês o idioma mais solicitado, seguido pelo espanhol. É requerido dos egressos um domínio avançado ou fluente desses idiomas. A comunicação oral foi enfatizada nos anúncios e nas respostas dos egressos, tanto para relações interpessoais e comerciais, quanto para possíveis treinamentos relacionados à educação ambiental. Portanto, é importante abordar essa competência no curso de engenharia ambiental, não apenas para atender às novas diretrizes curriculares, mas também para suprir as demandas do mercado de trabalho.

No que diz respeito à escrita técnica, os participantes destacaram a importância de possuir habilidades na elaboração de relatórios, pareceres, projetos e interpretação de mapas, conforme indicado na Tabela 6. Geralmente, as universidades priorizam o ensino de elaboração de projetos e relatórios, que são frequentemente utilizados em atividades práticas durante as disciplinas. No entanto, é necessário um aprofundamento na leitura, interpretação e produção de pareceres e laudos, a fim de complementar a formação dos estudantes. Alguns anúncios inclusive enfatizam a importância da comunicação, tanto na produção quanto nas apresentações desses documentos.

**Tabela 6.** Exigências do mercado de trabalho - escrita técnica e habilitação.

Exigências do mercado / Categorização	
Escrita técnica	Relatórios
	Pareceres
	Elaboração de projetos
	Elaboração e interpretação de mapas
Gestão	Gestão ambiental
	Gestão de projetos
	Gestão em geral
Habilidade	CNH

Fontes: dados dos autores (2023)

No âmbito da gestão, os conhecimentos e habilidades em Gestão Ambiental, Gestão de Projetos e Gestão em geral foram considerados prioritários pelos egressos do curso de Engenharia Ambiental. No entanto, é importante ressaltar que alguns anúncios de vagas também enfatizam a necessidade de outras formas de gestão específicas para essa área, como a gestão de resíduos. Além disso, a posse da Carteira Nacional de Habilitação (CNH) torna-se um diferencial importante no que diz respeito à habilitação para condução de veículos.

Na Figura 5, apresentada a seguir, é possível observar a relevância da comunicação escrita e oral para o desempenho da função de Analista de Sustentabilidade Pleno. Essas habilidades de comunicação são essenciais para o profissional atuar de forma eficaz e transmitir informações pertinentes no contexto da sustentabilidade.

Dessa forma, é evidente a importância do desenvolvimento de competências de gestão e habilidades de comunicação, juntamente com os conhecimentos técnicos, para os egressos da Engenharia Ambiental se destacarem no mercado de trabalho e contribuírem de maneira efetiva para a promoção da sustentabilidade.

## Analista de Sustentabilidade Pleno

Perfil completo

A Combinar

1 vaga: São Paulo - SP (1)

Publicada em 19/11

Se você quer ajudar a impulsionar nosso programa Vivo Sustentável, um dos pilares estratégicos do propósito Digitalizar para Aproximar, então esta pode ser uma oportunidade. Buscamos um profissional curioso, dinâmico, apreciador de desafios e comprometido com as temáticas socioambientais para integrar a equipe de Negócio Responsável na VP de Relações Institucionais e Sustentabilidade. O objetivo principal deste colaborador será promover a economia circular e sustentável dentro e fora da organização, desenvolvendo e mantendo projetos, processos, controles e planos de engajamento junto a parceiros estratégicos.

Ensino Superior Completo em Engenharia Ambiental, Gestão Ambiental, ou áreas correlatas. Experiência com gestão de resíduos; Vivência em empresas de médio ou grande porte, realizando interlocução com diversos pontos focais; Conhecimento de legislação ambiental e domínio das leis, resoluções e normas técnicas sobre resíduos. Conhecimento intermediário/ avançado em Excel e Power Point; Capacidade comunicativa e analítica que possibilitem a elaboração de relatórios técnicos até apresentações gerenciais. Experiência com modelagem e bancos de dados, realizando análises e interpretações, derivando conclusões, recomendando ações e reportando resultados visualmente.

**Figura 5.** Anúncio Analista de sustentabilidade pleno. Fonte: Dados dos autores (2023)

Os conhecimentos técnicos destacados pelos egressos do curso de engenharia ambiental incluem: legislação ambiental, licenciamento ambiental, ISO 14001, tratamento de efluentes, geoprocessamento, análises ambientais, análise de dados, ciência dos dados, geotecnologias, limnologia, elaboração e interpretação de mapas, experiência com relações sociais e conhecimento técnico ambiental.

Esses conhecimentos e habilidades foram considerados os mais relevantes pelos egressos, conforme apresentado na Tabela 7. Um dos informantes expressou: "Acho que utilizo muito conteúdo da universidade. Esses conteúdos se complementam para uma completa compreensão da complexidade das interações que ocorrem nos diversos meio ambientes". Essa citação reflete o reconhecimento de que os conhecimentos adquiridos ao longo do curso têm sido úteis na vida profissional dos egressos. Embora haja um caráter subjetivo envolvido, é possível notar pelas respostas dos informantes que os conhecimentos mencionados como mais relevantes do curso refletem suas impressões sobre o desempenho das disciplinas e sua percepção da realidade encontrada no mercado de trabalho.

Nesse sentido, observa-se que não apenas conhecimentos específicos da área do curso são valorizados, mas também a ênfase dada às atividades práticas e às áreas transversais ou interdisciplinares. Acredita-se que isso ocorra devido às habilidades e competências reconhecidas pelo mercado durante o processo de contratação.

Verifica-se que, de acordo com a visão dos egressos, há uma demanda por priorizar a prática em relação à teoria, além de valorizarem a importância das atividades de extensão, estágios e participação em empresas juniores. Essas experiências são consideradas essenciais para ter um contato com a realidade do mercado de trabalho e aprofundar os conhecimentos básicos. Um egresso do curso de Engenharia Ambiental afirmou que "o maior conhecimento foi adquirido por meio de atividades práticas de extensão, como empresas juniores e estágios".

**Tabela 7.** Conhecimentos mais relevantes do curso.

Conhecimento	Conhecimento
Sensoriamento remoto	Elaboração de projetos
Geoprocessamento	Dimensionamento de estações de tratamento de água e esgoto
Resistência dos materiais	Estatística
Meteorologia	Hidráulica
Geologia	Energias renováveis
Manejo	Direito ambiental
Gestão ambiental	Limnologia

Modelagem ambiental	Hidrologia
Administração e economia	Aulas de campo
Ecologia	Topografia
Geomática	Resíduos sólidos
Recuperação de áreas degradadas	Diagnósticos ambientais e análise técnica
Elaboração de EIA, PRAD e relatório de geoprocessamento.	Gestão ambiental
Saneamento básico	Oratória
Lógica e programação	Empresa Jr.
Trabalho em equipe	

Fontes: dados dos autores (2023)

Destaca-se também a relevância dos conhecimentos em legislação para o curso de Engenharia Ambiental. Um egresso mencionou a importância de ter conhecimentos sobre normas, leis e certificações técnico-ambientais, fornecidos pelos órgãos públicos ambientais, bem como ter um olhar crítico sobre essas questões.

Os resultados revelam que 80,6% dos entrevistados consideram os conteúdos do curso satisfatórios, enquanto 13,9% os consideram plenamente satisfatórios. Isso indica uma satisfação em relação aos conhecimentos básicos oferecidos pelo curso. No entanto, é importante ressaltar que os estudantes também mencionaram aspectos que poderiam ser mais desenvolvidos ou aprimorados.

Na Tabela 8 são apresentadas as exigências encontradas nos anúncios de emprego das empresas. Os anúncios foram categorizados em listas de: conhecimentos técnicos, desejáveis ou diferenciados, e habilidades comportamentais. Essa organização visa proporcionar uma melhor compreensão do que o egresso precisa possuir para conquistar uma vaga de emprego.

A Tabela 8 apresenta os requisitos para candidatura a vagas de emprego na área de engenharia ambiental que estão alinhados com o novo perfil do profissional egresso, integrando os elementos fundamentais trazidos pela Quarta Revolução Industrial (4RI) e pela abordagem dos três pilares da sustentabilidade (3BL). Alguns dos elementos fundamentais da 4RI incluem Internet das Coisas (IoT), Sistemas Ciber-Físicos (CPS), Comunicação Máquina-a-Máquina (M2M), Computação em Nuvem e Big Data. Esses elementos estão presentes nos diversos programas exigidos dos candidatos a emprego.

Um dos princípios da 4RI é a integração de todo o sistema de forma horizontal e vertical para garantir a comunicação de dados. A integração vertical atua em diferentes níveis hierárquicos, conectando todos os processos internos da empresa, enquanto a integração horizontal diz respeito à comunicação e ao compartilhamento de dados dentro e fora da empresa. Além de permitir o trabalho, compartilhamento e registro seguros de dados, esses programas possibilitam ao usuário operar na nuvem de dados.

Os princípios da 4RI também estão alinhados com a abordagem dos três pilares da sustentabilidade (3BL), pois proporcionam integração entre si. Por exemplo, eles contribuem para a segurança nos processos, eficiência no consumo de recursos e o desenvolvimento de processos mais flexíveis e inteligentes.

**Tabela 8.** Categorização exigências encontradas nos anúncios de emprego.

Exigências técnicas Saber fazer / Conhecimentos	Desejável / Diferencial	Comportamental / Pessoal
Gestão de: resíduos, projetos, equipes, qualidade, ambiental Normas regulamentadoras – NRs brasileiras e internacionais Economia circular e sustentabilidade	Línguas CNH topográficos Informação técnica avançada	<i>Soft skills</i>

---

Legislação Ambiental  
Impactos ambientais, Desempenho Ambiental,  
diagnósticos e riscos ambientais  
Segurança do trabalho e ambiente  
Áreas degradadas e recuperação  
Relatórios e laudos técnicos  
Equipamentos de medição e calibração  
Manejo  
Geprocessamento  
Recursos hídricos  
Resíduos sólidos  
Emissão atmosférica

---

Fontes: dados dos autores (2023)

Em termos de abordagem dos três pilares da sustentabilidade (3BL), a Tabela VIII revela uma maior exigência nas questões econômicas e ambientais para candidatos a vagas de emprego em engenharia ambiental. Isso se reflete nos requisitos relacionados aos conhecimentos e formação em administração, que impactam os sistemas produtivos das empresas, assim como na necessidade de experiência e conhecimento em manejo, normas e legislação ambiental. No entanto, nota-se uma menor ênfase nas questões sociais, como requisitos de segurança no trabalho, gestão de projetos e conhecimentos em economia circular.

Pode-se concluir que o perfil do candidato a uma vaga na área de engenharia ambiental está relacionado à indústria 4.0 e à abordagem dos três pilares da sustentabilidade (3BL). No entanto, nos anúncios de emprego, há pouca importância dada às questões relacionadas à preocupação com a comunidade onde a empresa está inserida. A ênfase maior está voltada para as áreas ambiental e econômica.

Observa-se, portanto, que além dos conhecimentos técnicos, as empresas estão em busca de profissionais com vontade de aprender, proativos, dinâmicos e capazes de trazer soluções para os problemas de engenharia. Ao possuir esses conhecimentos, as chances de serem contratados serão maiores.

Ao compararmos as informações coletadas nos anúncios de emprego com o plano pedagógico do curso, foi possível observar que a maioria das exigências do mercado está contemplada no currículo do curso analisado. No entanto, há áreas que podem ser mais bem exploradas pelas universidades, como a gestão, recursos computacionais e ferramentas específicas de gerenciamento. Além disso, a inclusão dos conhecimentos relacionados às Soft skills representa um desafio para os currículos modernos.

Embora esses conhecimentos não sejam abordados de forma direta no currículo, é possível trabalhá-los por meio de estudos complementares ou atividades de extensão, de acordo com a organização e planejamento do curso.

## CONCLUSÃO

A pesquisa sobre o perfil do egresso permitiu alinhar as competências profissionais exigidas pelo mercado de trabalho com o perfil dos formados. Conclui-se que conceitos de sustentabilidade trazidos pela 4RI, gestão ambiental, gestão de projetos, gestão de resíduos e gestão em geral são conhecimentos essenciais para a formação em engenharia ambiental e devem estar incluídos no currículo e nos planos pedagógicos do curso. A pesquisa do perfil do egresso auxilia as instituições de ensino na tomada de decisões para atualizar os cursos de graduação em engenharia de acordo com as diretrizes educacionais competentes.

Ao unir as demandas do mercado de trabalho com os conteúdos pedagógicos, é possível proporcionar uma formação mais completa e atualizada, aumentando assim as oportunidades para os estudantes em suas áreas de atuação. Embora este estudo se concentre na identificação do perfil do egresso do curso de engenharia ambiental, possui uma abrangência mais ampla, podendo ser aplicado na atualização curricular de outras áreas da engenharia.

Acredita-se que os resultados deste estudo possam ser aproveitados na reformulação dos planos pedagógicos dos cursos de engenharia, uma vez que muitas das exigências analisadas não se restringem apenas à área específica da engenharia ambiental. Além disso, este estudo aborda demandas atuais e apresenta um conjunto significativo de resultados.

Ao tomar decisões sobre o preenchimento de vagas de emprego na área de engenharia ambiental, percebeu-se que além dos conhecimentos técnicos, também há uma demanda por profissionais que possuam as seguintes características: disposição para aprender, iniciativa, dinamismo, habilidade para



propor soluções para os problemas de engenharia e capacidade de comunicação tanto técnica quanto interpessoal em inglês, espanhol e português.

Os estudantes ressaltaram a importância de uma conexão entre a universidade e a indústria, a fim de adquirir habilidades para lidar com os desafios reais do setor. Nesse sentido, a pesquisa indica a necessidade de implementar a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL, na sigla em inglês) nos cursos de engenharia, a fim de atender às novas diretrizes curriculares e garantir um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz.

Com base nos resultados da pesquisa de satisfação dos egressos, foi possível constatar que há uma demanda por educação continuada por meio de programas de pós-graduação na mesma área de formação entre os profissionais formados em engenharia ambiental. Essa busca evidencia um alto nível de satisfação profissional entre os engenheiros ambientais provenientes da instituição selecionada para este estudo. Os egressos expressaram também satisfação com a formação recebida e com sua atuação profissional atual, revelando uma percepção positiva em relação ao curso de engenharia ambiental.

No entanto, os egressos destacaram que o curso ainda possui uma abordagem predominantemente acadêmica, ressaltando a necessidade de torná-lo mais voltado para o perfil empresarial. Essa observação enfatiza a importância de integrar aspectos práticos e alinhados com a realidade do mercado de trabalho no currículo do curso, visando melhor preparar os estudantes para os desafios da área profissional. Como proposta para estudos futuros, sugere-se a obtenção de informações sobre a continuidade dos estudos dos egressos, a fim de compreender melhor a trajetória acadêmica e profissional após a conclusão do curso. Além disso, é essencial aprofundar a análise dos conceitos relacionados ao tripé da sustentabilidade dentro do perfil do egresso, como forma de reflexão e como fonte de subsídios para a melhoria dos planos pedagógicos dos cursos de engenharia ambiental.

Essas investigações adicionais podem contribuir significativamente para aprimorar a formação dos futuros profissionais da área, assegurando que estejam adequadamente preparados para enfrentar os desafios e demandas do mercado de trabalho, bem como para atuar de forma consciente e eficaz na promoção da sustentabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, Ana Luiza *et al.* Green concrete production using partial replacement of crushed stone for PET. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, v. 8, p. e021005-e021005, 2021.
- BARROWS, Howard S. *et al.* *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company, 1980.
- BONILLA, Silvia H. *et al.* Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability*, v. 10, n. 10, p. 3740, 2018.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow. The Psychology of Optimal Experience*. New York (HarperPerennial) 1990. 1990.
- DALY, Herman E. *Economics, ecology, ethics*. San Francisco: WH Freeman, 1980.
- DOS SANTOS GERMANO, Aline Xavier; VILLAS BOAS MELLO, José André. Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática. *Palavra Chave*, v. 11, 2021.
- DU, Xiangyun; SU, Liya; LIU, Jingling. Developing sustainability curricula using the PBL method in a Chinese context. *Journal of Cleaner Production*, v. 61, p. 80-88, 2013.
- FELGUEIRAS, Manuel; CAETANO, Nídia. ZELab: Planning a living lab to educate modern engineering professionals. *In: Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. 2018. p. 535-540.
- FREINET, Célestin. *Cooperative learning & social change: Selected writings of Celestin Freinet*. James Lorimer & Company, 1990.
- GLEASON, Nancy W. *Higher education in the era of the fourth industrial revolution*. Springer Nature, 2018.
- GUENSTER, Nadja *et al.* The economic value of corporate eco-efficiency. *European financial management*, v. 17, n. 4, p. 679-704, 2011.
- HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.
- HUNG, Woei. All PBL starts here: The problem. *Interdisciplinary Journal of problem-based learning*, v. 10, n. 2, p. 2, 2016.
- LEGENDRE, M. F. Rencontre avec les responsables des programmes d'études et de l'évaluation du MEQ. *La logique des compétences. Sous différents aspects. Session de formation des personnes-ressources, Saint-Hyacinthe*, 2000.
- MEC. CNE/CES. *Resolução CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia*. <http://portal.mec.gov.br/pet/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados->

82187207/13192-resolucao-ces-

2002#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CNE%2FCES%20n%C2%BA%207,Bacharelado%20e%20Licenciatura%20em%20Qu%C3%ADmica, 2021

ONU. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. *Brasil avança na implementação da Agenda 2030*, 2021. <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>.

ORTIZ, Daniela; HUBER-HEIM, Karin. From information to empowerment: Teaching sustainable business development by enabling an experiential and participatory problem-solving process in the classroom. *The international journal of management education*, v. 15, n. 2, p. 318-331, 2017.

PALMA, J. M. B. *et al.* Os princípios da Indústria 4.0 e os impactos na sustentabilidade da cadeia de valor empresarial. In: *6th International Workshop—Advances in Cleaner Production. 24th to 26th May. São Paulo. Brazil. 2017.* p. 1-8.

PERRENOUD, Philippe. Construir as competências desde a escola. Porto Alegre: Artmed. *Revista Iberoamericana de Educación/Revista Ibero-americana de Educação*, 1999.

SANCHES, Bianca C.; CARVALHO, Emily S.; GOMES, Fabio Fonseca Barbosa. A Indústria 4.0 e suas contribuições à sustentabilidade. *Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada-UNG-Ser*, v. 2, n. 1, p. 48-55, 2019.

SAVIN-BADEN, Maggi. *Facilitating problem-based learning*. Buckingham: SRHE, 2003.

SCHWAB, Klaus. *The fourth industrial revolution*. Currency, 2017.

SEN, Parag; ROY, Mousumi; PAL, Parimal. Exploring role of environmental proactivity in financial performance of manufacturing enterprises: a structural modelling approach. *Journal of cleaner production*, v. 108, p. 583-594, 2015.

SMIT, J. *et al.* Industry 4.0: Study for the European Parliament's Committee on Industry, *Research and Energy. Manuscript*). EP, Directorate General for Internal Policies, Policy Dept A: Econ. and Sci. Policy, Brussels, 2016.

SOUZA, Cinthia de *et al.* Polystyrene and cornstarch anti-corrosive coatings on steel. *Polímeros*, v. 28, p. 226-230, 2018.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; TEIXEIRA, C. H. S. B.; DE ARAÚJO BRITO, M. L., SILVA, P. C. D. Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 28290-28309, 2019.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez *et al.* Project Based Learning in Engineering Education in Close Collaboration with Industry. In: *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 2020. p. 1945-1953.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; SILVA, Priscilla Chantal Duarte; DE ARAÚJO BRITO, Max Leandro. Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em engenharia. *Humanidades & Inovação*, v. 6, n. 8, p. 138-147, 2019.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; TEIXEIRA, Cynthia Helena Soares Bouças; DE ARAÚJO BRITO, Max Leandro. A formação profissional do engenheiro: um enfoque nas metodologias ativas de aprendizagem em Universidade Federal. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, v. 2, n. 15, p. 7330, 2018.

TESSARINI, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.