



DEMANDAS NO USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS NA ENGENHARIA AMBIENTAL E A FORMAÇÃO ACADÊMICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5110

Autores: LAÍZA NEVES DA SILVA, NATALLY TEIXEIRA LUZ SANTOS, VIVIANE MARIA LELIS CARVALHO

Resumo: Ao analisar as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia Ambiental (EA) e as habilidades que o mercado exige dos futuros profissionais, percebe-se que esta é uma carreira presente de vários desafios no que diz respeito ao uso de novas tecnologias. Neste estudo, dez diferentes cursos foram examinados para verificar a oferta de componentes que abordam o uso de ferramentas da Tecnologia da Informação e sua aplicação na EA. Em seguida, essa oferta foi comparada às áreas de atuação de um engenheiro ambiental que demandam o uso de tecnologias emergentes ou consolidadas, com o objetivo de encontrar correspondências ou possíveis lacunas na formação acadêmica. Por fim, foram sugeridas estratégias para preencher as lacunas identificadas, visando uma melhor preparação dos estudantes para os desafios atuais do mercado de trabalho na área ambiental.

Palavras-chave: Engenharia Ambiental; Tecnologia da Informação; habilidades e competências.

DEMANDAS NO USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS NA ENGENHARIA AMBIENTAL E A FORMAÇÃO ACADÊMICA

1 INTRODUÇÃO

Impulsionadas por inovações tecnológicas cada vez mais velozes, os dois últimos séculos testemunharam uma intensa transformação social, econômica, política e cultural. Essa rápida evolução moldou a "Sociedade do Conhecimento", onde o saber se torna o principal motor do desenvolvimento e a chave para a resolução dos grandes desafios da humanidade.

Esse cenário, obviamente, impactou também a atividade do profissional da engenharia em todos os seus ramos. O mercado de trabalho, cada vez mais, tem exigido desses profissionais flexibilidade, adaptabilidade e domínio no uso de novas tecnologias.

Neste sentido, na Engenharia Ambiental (EA) o mercado de trabalho também está em constante transformação, exigindo cada vez mais habilidades no uso de tecnologias emergentes que não são, necessariamente, abordadas em profundidade durante a graduação.

Uma lacuna na formação acadêmica do engenheiro ambiental pode dificultar a inserção profissional dos recém-formados e limitar o desenvolvimento de suas carreiras, além de atrasar a implementação de soluções inovadoras para os desafios ambientais da atualidade. As instituições de ensino, portanto, precisam estar atentas a essa realidade e formar indivíduos com habilidades no uso das Tecnologia da Informação (TI) e preparados para lidar com a "complexidade, a incerteza e o ineditismo" da Sociedade da Informação e do Conhecimento, como afirma Behar (2013, p. 20).

As habilidades no uso de ferramentas tecnológicas requeridas na carreira do engenheiro ambiental são diversas e abrangentes, refletindo assim a crescente importância da TI na sua prática profissional. Estar equipado com essas habilidades não apenas permite que os engenheiros ambientais enfrentem os desafios ambientais contemporâneos, mas também os capacita a desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis para um futuro mais limpo e saudável.

Este trabalho teve por objetivo apresentar uma análise das habilidades no uso de ferramentas tecnológicas abordadas nas disciplinas dos cursos de EA para verificar a existência de possíveis lacunas entre a formação acadêmica e as exigências enfrentadas pelos profissionais da área no mercado de trabalho. Também serão feitas sugestões que podem ser adotadas pelas instituições de ensino para o aprimoramento da formação profissional do engenheiro ambiental no que se refere às tecnologias emergentes.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, Referencial Teórico, são apresentadas as demandas no uso de ferramentas tecnológicas requeridas do engenheiro ambiental na atualidade., de acordo com a literatura pesquisada. Na Seção 3, Metodologia, é descrita a estratégia utilizada para alcançar os objetivos do estudo, estabelecidos no parágrafo anterior. Na Seção 4, Resultados, são apresentados e discutidos os dados encontrados. Nesta seção são feitas também as sugestões para o aprimoramento das matrizes curriculares no sentido de atender às lacunas identificadas. Por fim, na Seção 5, Conclusões, são colocadas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O engenheiro ambiental, dentre os atuantes na esfera da engenharia, é aquele que deve possuir formação acadêmica habilitada para sua participação em estudos de caracterização ambiental, análise de suscetibilidades e vocações naturais do ambiente, elaboração de estudos de impactos ambientais, proposição, implementação e monitoramento de medidas mitigadoras ou ações ambientais, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Sua profissão está submetida à legislação do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA). Suas competências e atribuições são determinadas pelo CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, conforme a Lei nº 5.194, de 1966, definida pela Resolução n. 218 de 1973 e regulamentada pela Resolução do CONFEA n. 447 de 22 de setembro de 2000, que classifica a profissão no grupo ou categoria da Engenharia, modalidade Civil.

Considerando os objetivos gerais inerentes ao processo de ensino-aprendizado, as atividades curriculares a serem oferecidas aos alunos do curso de EA devem, obrigatoriamente, proporcionar: formações básicas, gerais e profissionais integradas; simulação da atividade profissional em sala de aula; aprendizado contínuo na construção do conhecimento e desenvolvimento de trabalho coletivo com participação ativa, crítica e criativa de todos. Exige-se que o profissional em formação possua uma capacitação ampla e integrada sobre os processos físicos, biológicos e antrópicos envolvidos nos processos de transformação da natureza (IFBA, 2022).

A evolução tecnológica, que tem transformado radicalmente o campo da EA, exige também dos profissionais habilidades no uso de ferramentas tecnológicas avançadas para enfrentar os desafios contemporâneos. Neste sentido, identificamos na literatura seis áreas de novas competências ditas como fundamentais na carreira do engenheiro ambiental na atualidade relacionadas ao uso das ferramentas da TI, sobre as quais brevemente falaremos a seguir.

Análise de Dados Ambientais (ADA) tornou-se uma competência essencial para os engenheiros ambientais na atualidade. A capacidade de utilizar ferramentas de análise de dados para interpretar e extrair informações significativas de conjuntos de dados complexos é fundamental para identificar tendências, padrões e anomalias relevantes para a gestão ambiental (Menke, 2011).

Além disso, o engenheiro ambiental deve possuir habilidades em Modelagem Ambiental (MA), utilizando softwares especializados para prever e avaliar os impactos ambientais de projetos e políticas. Esta expertise é essencial para tomar decisões e implementar medidas eficazes de mitigação (Goodchild et al., 1996).

O gerenciamento eficaz das informações ambientais garante uma abordagem holística e integrada para a resolução de problemas ambientais. Portanto, engenheiros ambientais devem possuir conhecimentos em Sistemas de Gestão de Informações Ambientais (SGIA), permitindo a organização, armazenamento e acesso eficazes a dados relevantes para suas atividades profissionais (Goodchild et al., 1996).

A compreensão e aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) também são cruciais para o engenheiro ambiental. Essas ferramentas fornecem uma base essencial para a análise e visualização de dados espaciais, fundamentais para o planejamento e gestão ambiental, segundo a Secretaria de Estatísticas Trabalhistas dos Estados Unidos (Bureau of Labor Statistics).

Outra área relevante é o Sensoriamento Remoto (SR), que permite a coleta e interpretação de dados sobre o ambiente terrestre por meio de sensores montados em aeronaves ou satélites. Essa tecnologia desempenha um papel vital na monitorização e gestão de recursos naturais e ecossistemas (Wegmann, Leutner e Dech, 2016).

Por fim, ainda para atender às demandas crescentes por soluções de monitoramento ambiental eficazes, os engenheiros ambientais também devem estar familiarizados com Tecnologias de Monitoramento (TM), como sensores, drones e dispositivos de coleta de dados automatizados. Essas ferramentas proporcionam uma visão detalhada dos ambientes naturais e são essenciais para a tomada de decisões baseadas em dados (Bureau of Labor Statistics).

3 METODOLOGIA

Este estudo teve como objetivo de identificar as atuais demandas do mercado de trabalho no tocante ao uso de ferramentas tecnológicas e compará-las com os componentes curriculares tradicionalmente ofertados na formação de um engenheiro ambiental, com o intuito de identificar possíveis lacunas e fazer sugestões de aprimoramento neste sentido. Caracteriza-se, portanto, como uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, que mescla as duas abordagens para compreender e contribuir no cenário estudado.

Inicialmente, a partir da literatura pesquisada, foi traçado um panorama das demandas e tendências atuais da carreira profissional em EA, no que se refere ao uso da TI, onde foram identificadas seis áreas de competências, descritas na seção Referencial Teórico, exibida na Tabela 1.

Tabela 1: Áreas de competência relacionadas ao uso da TI.

<u>Área de Competência</u>
Análise de Dados Ambientais (ADA)
Modelagem Ambiental (MA)
Sistemas de Gestão de Informações Ambientais (SGIA)
Sistemas de Informação Geográfica (SIG)
Sensoriamento Remoto (SR)
Tecnologias de Monitoramento (TM)

Fonte: Organizado pelos autores.

Para a análise da oferta de componentes curriculares que abordam o uso de TI nos cursos de EA, foram selecionadas dez Instituições de Ensino Superior (IES) públicas, incluindo Universidades e Institutos Federais. A Tabela 2 exibe cada uma das IES selecionadas e seu respectivo Projeto Pedagógico de Curso (PPC).

Em seguida, os componentes curriculares dos diferentes PPCs foram agrupados de acordo com a similaridade dos seus objetivos ou habilidades a serem desenvolvidas, visando compreender o enfoque dado pelas IES no uso da TI. Foi feita, então, uma análise comparativa da oferta formativa para o desenvolvimento de habilidades e competências no uso da TI e as atuais demandas de mercado. A partir dessa análise, foram identificadas lacunas e feitas sugestões para o aprimoramento das matrizes curriculares.

Tabela 2 – IES e PPCs consultados.

<u>IES</u>	<u>PPC</u>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano	(IF GOIANO, 2023)
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia	(IFBA, 2022)
Universidade Federal de Campina Grande	(UFCG, 2009)
Universidade Federal de Minas Gerais	(UFMG, 2018)
Universidade Federal da Paraíba	(UFPB, 2008)

Universidade Federal Rural de Pernambuco	(UFRPE, 2022)
Universidade Estadual de Campinas	(UNICAMP, 2023)
Universidade Federal de Alfenas	(UNIFAL, 2022)
Universidade Federal de São Paulo	(UNIFESP, 2024)
Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo	(EESC-USP, 2019)

Fonte: Organizado pelos autores.

4 RESULTADOS

A seguir serão exibidos os resultados do levantamento da oferta de componentes curriculares que abordam o uso da TI aplicada à EA entre as dez IES pesquisadas.

4.1 Oferta nas IES

Inicialmente, foram identificadas nos PPCs os componentes curriculares, exibidos no Quadro 1, tanto obrigatórios como optativos, que abordam o uso de ferramentas tecnológicas indispensáveis ou de uso potencial na EA. Este quadro evidencia a estratégia adotada por cada instituição separadamente. Componentes optativos, ou seja, aqueles de livre escolha do aluno para compor o seu currículo para obter uma formação mais personalizada, estão marcados com *.

Quadro 1 – Componentes curriculares que abordam o uso da TI.

IES	Componentes Curriculares
EESC-USP	Introdução à Computação para a EA, Computação Numérica e Simulação para EA I, Computação Numérica e Simulação para EA II, Sistema de Informações Geográficas Aplicado à EA
IFBA	Introdução à Programação, Técnicas de Programação*, Desenho Auxiliado por Computador, Expressão Gráfica, Geoprocessamento Aplicado à EA, Modelagem Ambiental*
IF Goiano	Métodos Computacionais, Geoprocessamento, Sistemas de Informações Geográficas, Automação, Simulação e Controle*.
UFCG	Introdução à Informática, Geoprocessamento, Desenho Assistido por Computador*.
UFMG	Desenho Projetivo para Engenharia, Desenho Auxiliado por Computador, Programação de Computadores, Geoprocessamento*, Hidráulica e Hidrologia Computacionais*, Modelagem Numérica de Escoamentos Atmosféricos*, Sensoriamento Remoto*.
UFPB	Iniciação à Computação, Desenho Assistido por Computador, Modelagem de Sistemas Ambientais, Sistemas de Informações Geográficas
UFRPE	Introdução à Programação I, Métodos Numéricos Computacionais, Geoprocessamento Aplicado à EA, Modelagem Estatística e Experimental, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Automação e Controle de Processos*, Sistema de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Ambiental*, Modelagem de Sistemas Ambientais*
UNICAMP	Algoritmo e Programação de Computadores, Expressão Gráfica, Modelagem Computacional para Sistemas Ambientais, Sistemas de Informações Geográficas
UNIFAL-MG	Lógica de Programação, Programação de Computadores - Prática, Programação de Computadores - Teórica, Representação Gráfica, Ferramentas de Desenho Técnico para a EA, Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento e Manejo de Bacias Hidrográficas, Sistemas de Informação Geográfica para EA
UNIFESP	Introdução à Lógica de Programação, Desenho Técnico e Introdução ao CAD, Geoprocessamento, Modelagem Numérica, Modelagem Ambiental

Fonte: Organizado pelos autores.

Em seguida, os componentes curriculares foram agrupados com base na similaridade dos seus objetivos dentro dos currículos, no que se refere às habilidades e competências a serem desenvolvidas, conforme estabelecido nos PPCs. Esses grupos possibilitam a compreensão das estratégias educacionais e dos enfoques pedagógicos adotados pelas IES no contexto do uso dos recursos da TI e suas aplicações na EA. Foram identificados pelos autores sete diferentes grupos de componentes, a saber:

- **Grupo 1: Desenho Auxiliado por Computador.** Explora os conceitos essenciais em desenho técnico e expressão gráfica com utilização de ferramentas computacionais.
- **Grupo 2: Algoritmo e Programação.** Aborda a desenvolvimento de algoritmos e sua implementação em uma linguagem de programação, habilitando os estudantes para colaborar no processo de criação de softwares para a solução de problemas da EA.
- **Grupo 3: Computação Numérica e Simulação.** Explora técnicas de computação numérica e simulação para resolver problemas complexos encontrados na EA. Os alunos aprendem a analisar numericamente e simular fenômenos ambientais, contribuindo para a tomada de decisões e o planejamento de projetos.
- **Grupo 4: Automação e Controle.** Capacita os estudantes para projetar e implementar sistemas automatizados e sistemas de controle em contextos ambientais. Os alunos exploram tecnologias emergentes e estratégias de controle para otimizar processos e monitorar variáveis ambientais.
- **Grupo 5: Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica.** Aborda o uso de recursos da computação para visualização e análise de dados geospaciais na tomada de decisões em questões ambientais. Com elas os alunos aprendem a utilizar técnicas e ferramentas da TI para coletar, armazenar, manipular e interpretar informações geográficas.
- **Grupo 6: Modelagem Ambiental.** Explora técnicas de modelagem de dados ambientais. Os alunos aprendem a utilizar modelos computacionais e métodos estatísticos para compreender e prever fenômenos ambientais, contribuindo para a gestão e conservação do meio ambiente.
- **Grupo 7: Sensoriamento Remoto.** Aborda os princípios físicos em sensoriamento remoto, provendo conhecimento a respeito de técnicas e tecnologias avançadas para extração, processamento e interpretação de dados ambientais.

Os sete grupos e seus respectivos componentes curriculares estão organizados no Quadro 2. Neste quadro, IES nas quais o componente é de caráter optativo estão marcadas com *.

Quadro 2 - Grupos de componentes curriculares.

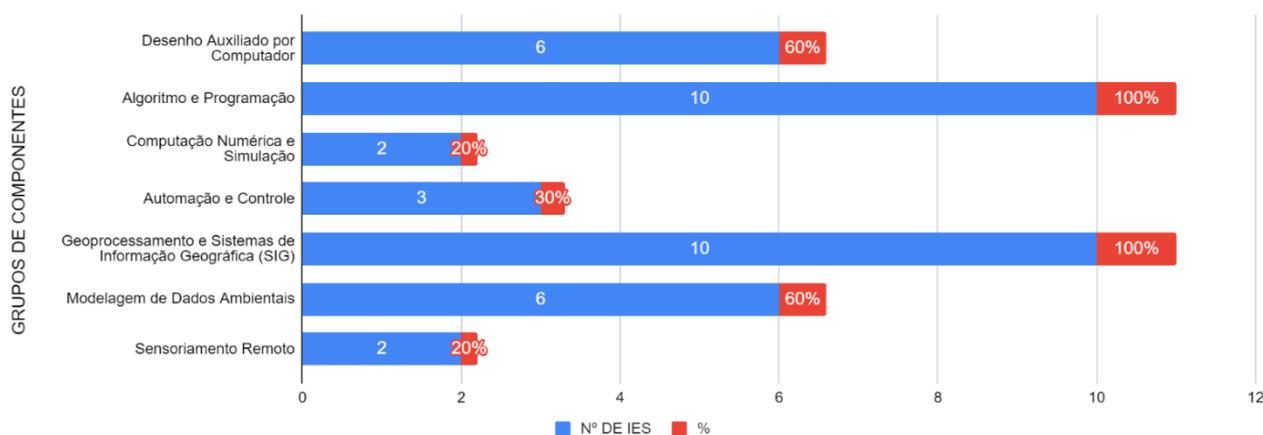
Grupo 1: Desenho Auxiliado por Computador	
Expressão Gráfica	UNICAMP
Desenho Assistido por Computador	UFPB, UNIFAL-MG, UFCG*, UFMG
Representação Gráfica	UNIFAL-MG
Ferramentas de Desenho Técnico para a EA	UNIFAL-MG
Desenho Auxiliado por Computador	IFBA, UFMG
Grupo 2: Algoritmo e Programação	
Introdução à Programação I	UFRPE, IFBA, EESC-USP

Técnicas de Programação	IFBA*
Introdução a Informática	UFCG
Programação de Computadores	UFMG, UNIFESP, IF Goiano
Programação de Computadores - Prática	UNIFAL-MG
Programação de Computadores - Teórica	UNIFAL-MG
Iniciação à Computação	UFPB
Lógica de Programação	UNIFAL-MG, IF Goiano
Introdução à Computação para a EA	EESC-USP
Algoritmo e Programação de Computadores	UNICAMP
Grupo 3: Computação Numérica e Simulação	
Métodos Numéricos Computacionais	UFRPE, EESC-USP
Computação Numérica e Simulação para EA I	EESC-USP
Computação Numérica e Simulação para EA II	EESC-USP
Grupo 4: Automação e Controle	
Automação, Simulação e Controle	IF Goiano*
Sistemas de Automação e Controle de Processos	UFRPE*
Hidráulica e Hidrologia Computacionais	UFMG*
Grupo 5: Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica	
Geoprocessamento Aplicado à EA	UFRPE, IFBA, UFMG*, UNICAMP, UNIFESP, UFCG, IF Goiano
Sistemas de Informações Geográficas	IFBA, UFMG, UNICAMP, UFPB, UNIFAL-MG, IF Goiano, UFCG, UNIFESP
Sistema de Informações Geográficas Aplicado à EA	EESC-USP
Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento e Manejo de Bacias Hidrográficas	UNIFAL-MG
Sistemas de Informação Geográfica para EA	UNIFAL-MG
Grupo 6: Modelagem Ambiental	
Modelagem Ambiental	IFBA*, UNIFESP
Modelagem Computacional para Sistemas Ambientais	UNICAMP
Modelagem Numérica de Escoamentos Atmosféricos	UFMG*
Modelagem de Sistemas Ambientais	UFRPE*, UFPB
Modelagem Estatística e Experimental	UFRPE
Modelagem Computacional para Sistemas Ambientais	UNICAMP
Grupo 7: Sensoriamento Remoto	
Sensoriamento Remoto	UFRPE, UFMG*

Fonte: Organizado pelos autores.

O Gráfico 1 sumariza os dados apresentados no Quadro 2, exibindo a proporção de IES que ofertam componentes curriculares de cada grupo. Essa representação visual permitirá perceber, mais claramente, as ênfases curriculares adotadas pela IES na formação dos profissionais, no que se refere ao uso de ferramentas da TI aplicadas a EA.

Gráfico 1 - Proporção de IES em cada grupo de componentes.



Fonte: Organizado pelos autores.

Observando o Gráfico 1, é possível notar que 60% das IES oferecem componentes do Grupo 1, Desenho Auxiliado por Computador, evidenciando uma consolidação, ainda não é unânime, no uso de sistemas computacionais no desenvolvimento de habilidades concernentes ao desenho técnico e à expressão gráfica, essenciais para a comunicação e representação de conceitos na EA.

Encontramos 100% das IES ofertando componentes do Grupo 2, Algoritmo e Programação, demonstrando uma sólida preocupação em preparar os futuros engenheiros para contribuir no processo de desenvolvimento de softwares para a solução de problemas na área ambiental.

Quanto ao Grupo 3, Computação Numérica e Simulação, somente 20% das IES fazem ofertas nessa área, havendo, portanto, uma menor atenção quanto à utilização de ferramentas computacionais e de simulação para análises complexas no campo ambiental.

Ofertado por meio de componentes optativos, e em apenas 30% das IES, temos o Grupo 4, Automação e Controle, indicando uma menor ênfase na implementação de tecnologias para monitoramento e intervenção em processos ambientais.

Com 100% das IES ocupando-se em desenvolver habilidades no Grupo 5, Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica, há uma unanimidade no reconhecimento da importância do uso de tecnologias geoespaciais na análise e gestão de dados ambientais.

Com 60% das IES ofertando componentes do Grupo 6, Modelagem Ambiental, relacionado ao uso de métodos analíticos e numéricos de para compreender e resolver problemas ambientais complexos, observa-se a relevância dada pela maioria, ainda que, em alguns casos, seja ofertada em caráter optativo.

No que se refere ao Grupo 7, Sensoriamento Remoto, temos apenas duas IES, ou seja, 20%, ofertando um componente curricular, o que evidencia uma pequena ênfase no uso dessa tecnologia no nível da graduação.

4.2 Comparação entre oferta e demanda

A Tabela 3, a seguir, apresenta um cruzamento entre as seis áreas de competências identificadas como relevantes na atualidade na EA, mostradas na Tabela 1, e os componentes curriculares oferecidos pelas IES, agrupados no Quadro 2, permitindo uma observação da correspondência entre eles. Ao examinar essa interseção, é possível identificar as áreas em que as instituições oferecem um currículo alinhado com as

demandas do mercado e, ao mesmo tempo, perceber as possíveis lacunas na formação ofertada.

Tabela 3 - Áreas de competências e sua oferta nas IES.

Área de Competência	Oferta nas IES	Percentual de Oferta
Análise de Dados Ambientais (ADA)	Não há oferta	0%
Modelagem Ambiental (MA)	UNICAMP, IFBA, UFMG, UFRPE, UNIFESP, EESC-USP	60%
Sistemas de Gestão de Informações Ambientais (SGIA)	Não há oferta	0%
Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	IFBA, UFMG, UNICAMP, UFPB, UNIFAL-MG, IF Goiano, UFCG, UNIFESP, UFRPE, USP	100%
Sensoriamento Remoto (SR)	UFMG, UFRPE	20%
Tecnologias de Monitoramento (TM)	Não há oferta	0%

Fonte: Organizado pelos autores.

Ao comparar as demandas do mercado e oferta das IES, facilitada no Quadro 3, algumas áreas críticas se destacam. Uma delas é a ADA. Com ferramentas tecnológicas cada vez mais disponíveis para esta tarefa, não foi encontrada nenhuma oferta específica de componente curricular entre as IES pesquisadas, o que pode comprometer a capacidade dos graduados de realizar análises complexas e tomar decisões baseadas em dados.

No que se refere à MA, uma ferramenta poderosa para simular e prever impactos ambientais, temos uma correspondência de 60% das IES oferecendo formação. Também crucial para a tomada de decisões, componentes que desenvolvam habilidades no uso de softwares de modelagem não está presente em 40% dos currículos acadêmicos pesquisados.

A ausência de disciplinas relacionadas ao SGIA e TM nos cursos e a baixíssima oferta de SR, de apenas 20%, evidenciam uma lacuna significativa nos currículos oferecidos. A falta de componentes curriculares dedicados a esses tópicos representa uma oportunidade para a expansão e aprimoramento dos programas acadêmicos da EA, possibilitando uma formação mais abrangente e alinhada com as demandas e desafios contemporâneos em sustentabilidade ambiental.

4.3 Sugestões para o aprimoramento da formação em EA

Para aprimorar a formação dos engenheiros ambientais, completando as lacunas identificadas, algumas sugestões podem ser consideradas. Em primeiro lugar, é crucial que as IES realizem uma revisão periódica de seus currículos, garantindo que estejam alinhados com as demandas do mercado, incorporando tecnologias recentes e novas metodologias de ensino disponíveis.

Essa atualização regular dos currículos é essencial para manter os programas educacionais relevantes e eficazes. Atualizações no currículo devem possibilitar a inclusão de componentes que abordem conteúdos inicialmente considerados como emergentes, mas que com o passar do tempo acabam por tornar-se essenciais para a prática da EA.

Estabelecer parcerias sólidas com empresas e profissionais do setor é também uma estratégia eficaz para proporcionar às IES percepções sobre o mercado de trabalho e oferecer aos alunos oportunidades de estágio e pesquisa aplicada. Essas parcerias dão

aos alunos possibilidades de enfrentar os desafios reais do ambiente profissional, propor e experimentar soluções.

Estabelecer um sistema que permita receber um feedback dos alunos egressos para identificar tópicos que necessitam de melhoria nos PPC, também permitirá identificar necessidades de ajustes para melhor atender às demandas do mercado.

A oferta de cursos extracurriculares e programas de certificação, assim como a oferta de componentes optativos em áreas específicas da EA, visando complementar a formação acadêmica, também pode ser uma excelente estratégia, tanto para os estudantes como para os egressos que desejam atualizar seus currículos.

Finalmente, é imprescindível oferecer aos docentes oportunidades de capacitação nas novas tecnologias, uma vez que estes são os multiplicadores dos conhecimentos no ambiente acadêmico e diretamente responsáveis pela formação da identidade profissional dos estudantes.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho se propôs a levantar as atuais demandas no uso de ferramentas da TI na EA e a examinar os currículos dos cursos de graduação para verificar o seu alinhamento. Foram observadas as matrizes curriculares de dez diferentes IES para conhecer as habilidades e competências enfatizadas, no que se refere ao uso da TI. Os componentes curriculares encontrados foram agrupados em sete áreas, de acordo com a similaridade dos seus conteúdos e objetivos.

Os resultados obtidos apontam que o uso de das tecnologias de Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o ensino de Algoritmos e Programação estão consolidados, estando presente em 100% das IES pesquisadas. Ferramentas para a Modelagem Ambiental e os softwares para Desenho Assistido por Computador são moderadamente utilizados, sendo adotados por 60% dos cursos, com margem para a expansão desta oferta.

Entre 20% e 30% das IES ofertam componentes curriculares nas áreas de Computação Numérica e Simulação, Automação e Controle e Sensoriamento Remoto, revelando hiatos na formação desses conteúdos na maioria dos cursos pesquisados.

No entanto, as maiores lacunas foram encontradas no ensino de ferramentas para a Análise de Dados Ambientais e as Tecnologias de Monitoramento, com oferta inexistente no nível da graduação, no universo pesquisado.

A superação destas lacunas na formação dos engenheiros ambientais é fundamental para o desenvolvimento profissional, para a implementação de soluções eficazes frente os desafios ambientais da atualidade e para a construção de um futuro mais sustentável. Foi recomendado que as IES atualizem periodicamente seus currículos, incluindo nos mesmos componentes curriculares que abordem as tecnologias emergentes de acordo com as demandas apresentadas pelo mercado de trabalho. Manter-se em contato com empresas e profissionais do setor e fornecer capacitação permanente do corpo docente também foram ações sugeridas com esta finalidade.

Finalizamos afirmando que a formação de profissionais qualificados e preparados para os desafios complexos e multidisciplinares que caracterizam a EA é fundamental para garantir o progresso da sociedade como um todo e para a preservação do meio ambiente para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

BEHAR, Patrícia Alejandra. **Competências em Educação a Distância**. Porto Alegre: Penso, 2013.

BUREAU OF LABOR STATISTICS. **Environmental Engineers - Occupational Outlook Handbook**. Disponível em: <https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/environmental-engineers.htm>. Acesso em: 30 abr. 2024.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. **Banco de dados**. Disponível em: <http://www.confed.org.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

GOODCHILD, Michael F *et al.* **GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues**. 1ª ed. Wiley, 1996.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). **Projeto Pedagógico Do Curso De Bacharelado Em Engenharia Ambiental**. Vitória da Conquista, 2022. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/conquista/capas-e-paginas-menu-cursos/PPCREFORMULADO2022Versaofinalcomresoluodeaprov31.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano). **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental**. Rio Verde, 2023. Disponível em: https://www.ifgoiano.edu.br/home/images/RV/2023/Maio/Projeto_Pedaggico_do_Curso_d_e_Bacharelado_em_Engenharia_Ambiental_-_2023.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

MENKE, William; MENKE, Joshua. **Environmental Data Analysis with MatLab**. 1ª ed. Elsevier, 2011.

Universidade de São Paulo (USP). **Projeto Político Pedagógico. Curso de Graduação de Engenharia Ambiental**. São Carlos, 2017. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricularcodcg=18&codcur=18030&codhab=0&tipo=N>. Acesso em: 16 abr. 2024.

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). **Projeto Pedagógico Do Curso De Graduação Em Engenharia Ambiental**. Limeira, 2023. Disponível em: https://www3.ft.unicamp.br/sites/default/files/graduacao/PPC_EA_23.pdf. Acesso em: 13 abr. 2014.

Universidade Federal da Paraíba (UFPB). **Projeto Político Pedagógico Curso De Graduação Em Engenharia Ambiental**. João Pessoa, 2008. Disponível em: http://plone.ufpb.br/deca/contents/documentos/projetos_pedagogicos/projeto-politico-pedagogico-engenharia-ambiental.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). **Projeto Pedagógico Do Curso De Graduação Em Engenharia Ambiental**. Poços de Caldas, 2022. Disponível em: <https://academico.unifal-mg.edu.br/sitecurso/arquivositecurso.php?arquivold=550>. Acesso em: 13 abr. 2014.

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental**. Pombal, 2009. Disponível

em: <https://ccta.ufcg.edu.br/phocadownload/documentos-cursos/ambiental/ppc-ambiental.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2024.

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). **Projeto Pedagógico Do Curso De Graduação Em Engenharia Ambiental**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://ambiental.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2022/05/PPC_2018_vol_1-Ambiental.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). **Projeto Pedagógico Do Curso De Bacharelado Em Engenharia Ambiental**. Santos, 2024. Disponível em: https://www3.unifesp.br/prograd/app/cursos/index.php/prograd/arg_projeto/1887. Acesso em: 13 abr. 2024.

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). **Projeto Pedagógico Do Curso De Bacharelado Em Engenharia Ambiental**. Recife, 2022. Disponível em: http://www.dtr.ufrpe.br/sites/ww4.deinfo.ufrpe.br/files/PPC_Engenharia%20Ambiental_FIN_AL.pdf. Acesso em: 14 abr.2024.

WEGMANN, Martin; LEUTNER, Benjamin; DECH, Stefan. **Remote Sensing and GIS for Ecologists: Using Open Source Software**. Edição ilustrada. Pelagic Publishing, 2016.

DEMANDS IN THE USE OF TECHNOLOGICAL TOOLS IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND THE ACADEMIC OFFER

Abstract: *When analyzing the curricular matrices of Environmental Engineering (EE) courses and the skills that the market demands from future professionals, it is clear that's a career that presents several challenges regarding to the use of new technologies. In this study, ten different courses were examined to verify the offer of components that address the use of Information Technology tools and their application in EE. This offer was then compared to the areas of activity of an environmental engineer that require the use of emerging or consolidated technologies, with the aim of finding correspondences or possible gaps in academic training. Finally, strategies were suggested to fill the identified gaps, aiming to better prepare students for the current challenges of the job market in the environmental area.*

Key words: *Environmental engineering; Information Technology; skills and competencies.*

