

A REFORMA CURRICULAR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Tomás de Oliveira Bredariol,¹ Iene Christie Figueiredo²

RESUMO

Este trabalho foca a discussão de arranjos curriculares para o curso de Engenharia Ambiental, detalhando o caso da reforma curricular do curso de graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A fundamentação teórica parte de uma apresentação do quadro legal pertinente e de estudos na área. A metodologia de trabalho compreendeu reuniões e outras formas de consulta aos discentes e professores da UFRJ, com o intuito de delimitar a reforma curricular do curso, iniciada em 2010, tendo sua definição completa em 2012. Os resultados foram uma série mudanças no currículo obrigatório: inclusão e exclusão de disciplinas; alteração de pré-requisitos e modificações de ementas; e elaboração de um novo elenco de optativas, descrito em áreas de concentração. Por fim, faz-se uma tentativa de sintetizar quais são os principais desafios e potenciais no desenvolvimento futuro desse curso e se conclui sobre aspectos gerais dos currículos e da engenharia ambiental.

Palavras-chave: Engenharia Ambiental; Estudos Curriculares; curso de graduação.

REFORMING THE CURRICULUM COURSE IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING UNDERGRADUATE COURSES AT FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT

This paper focuses on the discussion of curricular arrangements for the course Environmental Engineering, detailing the case of curricular reform in undergraduate of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). The theoretical background starts from a presentation of the relevant legal framework and studies in the area. The methodology comprised meetings and other forms of consultation with students and teachers from UFRJ, in order to delimit the curriculum reform of the course, which started in 2010, and having its full definition in 2012. The results were a series changes in the compulsory curriculum: inclusion and exclusion of subjects; changing prerequisites and modifications of menus, and preparation of a new set of electives, described in areas of concentration. Finally, this work presents an attempt to synthesize what the main challenges and potential future development of this course are and concludes on general aspects of the curriculum and of environmental engineering.

Keywords: Environmental Engineering; Curriculum Study; undergraduate course.

¹ Engenheiro Ambiental. Mestrando no Programa de Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; breda@poli.ufrj.br

² Professora. Doutora em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; iene@poli.ufrj.br

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda aspectos que tem sido motivo de discussão no Brasil, por parte de estudantes e coordenadores de curso de graduação em engenharia ambiental, ressaltando o que se refere ao desenho da grade curricular desse curso.

Inicialmente, há que se considerar que a formação desse profissional depende de um esforço multidisciplinar, já que o seu campo de atuação é bastante abrangente, contemplando ações tão diferentes quanto a elaboração de modelos numéricos baseados no sensoria-mento remoto e a condução de programas de responsabilidade social. No entanto, existem características básicas comuns a todo engenheiro ambiental, como o fato de que a sua atuação se apoia em um entendimento holístico do meio ambiente e das atividades antrópicas relacionadas – mais do que isso, alicerça-se também no domínio de técnicas próprias de engenharia. O desenho de uma matriz curricular que consiga integrar esses conhecimentos é um grande desafio para as instituições de ensino superior, e isso vem gerando um problema de falta de identidade muito presente para os estudantes dessa graduação.

Nesse contexto de estudo curricular, o presente artigo apresenta o trabalho realizado no período compreendido entre os anos de 2008 e 2012, no curso de graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), focando-se na concretização da reforma curricular que ocorreu nos últimos dois anos desse intervalo.

Os objetivos compreendem uma tentativa de identificar conteúdos mínimos e complementares, bem como formas produtivas da estruturação da sequência desses conteúdos em um currículo de engenharia ambiental. De modo mais específico, procura-se obter melhorias no curso de graduação da UFRJ, através da reorganização da sua estrutura curricular.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, institui as diretrizes curriculares nacionais dos cursos de graduação em engenharia em geral. Desse modo, prevê conteúdos básicos, profissionalizantes e específicos, além de outros requisitos e objetivos relacionados. Como núcleo de conteúdos básicos, define os seguintes tópicos:

Metodologia Científica e Tecnológica; Comunicação e Expressão; Informática; Expressão Gráfica; Matemática; Física; Fenômenos de Transporte; Mecânica dos Sólidos; Eletricidade Aplicada; Química; Ciência e Tecnologia dos Materiais; Administração; Economia; Ciências do Ambiente; Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania. (BRASIL, CNE/CES, 2002).

Esses devem compor aproximadamente 30% da carga horária mínima, 15% devem ser de conteúdos profissionalizantes e o restante de conteúdos específicos – caracterizando modalidades e aprofundando estes anteriores. Isso permite que se desenvolvam prioridades regionais e que a Instituição de Ensino Superior (IES) tenha liberdade de definir os enfoques dos cursos. Além disso, o currículo deve prever um estágio obrigatório de, pelo menos, 160 horas (BRASIL, CNE/CES, 2002). A Resolução nº 48/CFE, de 27 de abril de 1976, define a duração dos currículos dos cursos de graduação em engenharia em geral, com tempo útil mínimo de 3.600 horas de atividades didáticas, além de outros regulamentos (BRASIL, CFE, 1976). A Portaria nº 1.693/MEC, de 5 de dezembro de 1994, cria a área de engenharia ambiental, acrescentando a matéria de Biologia para a formação básica e definindo as seguintes como matérias de Formação Profissional Geral:

Geologia; Climatologia; Hidrologia; Ecologia Geral e Aplicada; Hidráulica; Cartografia; Recursos Naturais; Poluição Ambiental; Impactos Ambientais; Sistemas de Tratamento de Água e de Resíduos; Legislação e Direito Ambiental; Saúde Ambiental; Planejamento Ambiental; Sistemas Hidráulicos e Sanitários. (BRASIL, MEC, 1994).

É interessante considerar, também, a contribuição de um estudo cujo objetivo era propor uma estrutura curricular básica para os cursos brasileiros de engenharia ambiental (ROMAN, AMARAL e LIBÂNIO, 2008). Esse estudo indicou a necessidade de um grande esforço por parte das IES para criar uma identidade nacional para o curso de engenharia ambiental, já que os cursos possuem projetos pedagógicos e matrizes curriculares muito diferentes. Também apresentam cargas horárias mínimas para integralização díspares, sendo a mínima encontrada de 3.620 h/aula, a máxima de 5.151 h/aula e a média de 3.993 h/aula – bem superior ao mínimo requisitado legalmente – com cargas elevadas em conteúdos básicos, principalmente, referentes a matemática, física e química.

Além disso, vale destacar que a graduação tem o intuito de, principalmente, conferir conhecimentos básicos e habilidades fundamentais (DOLAN, 1997), tais como a capacidade de identificar um problema, buscar soluções, avaliar alternativas (AAEE, 2009) e analisar sistemas (DIGIANO, 1997). Todavia, tendo em vista a variedade de tarefas que o engenheiro ambiental pode vir a cumprir, não há nenhum programa educacional que o prepare completamente para todas as atividades que pode vir a realizar (SONSTEGARD, KEDROWSKI e NAROG, 1997).

Por fim, destaca-se que este trabalho se baseia na compreensão de que um currículo é um sistema complexo, que comporta:

as competências e os campos de atuação; os educandos no centro do processo; atividades formadoras ligando competências e educandos; as condições e os recursos para o aprendizado; e um contexto multifacetado. (BORDAGE e HARRIS, 2011).

METODOLOGIA

A reforma curricular de 2012 do curso de Engenharia Ambiental da UFRJ contou com a colaboração e consulta do corpo

discente e docente, além de reuniões decisórias do Conselho de Curso (CCEA), que é o organismo responsável pelo currículo do curso e integra representantes da Escola Politécnica, Escola de Química e do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. A coordenação do processo foi realizada pelos autores deste trabalho. Digno de nota é o fato de que a opinião dos ex-alunos do curso foi buscada. Assim, todos os egressos foram contatados via correio eletrônico, solicitando-se críticas, sugestões e elogios – conforme coubesse – a fim de se identificarem defeitos e qualidades do currículo, bem como formas de melhoria.

Desse modo, o processo contou com uma fase inicial de identificação dos problemas, seguida pela deliberação de soluções e demais aspectos significativos com todos os *stakeholders* envolvidos – como é indicado para reformas curriculares (BORDAGE e HARRIS, 2011).

INTERAÇÃO COM OS DISCENTES

A consulta e o diálogo com os estudantes ocorreram de muitas maneiras, de maior monta, deram-se: em reuniões específicas, com esse objetivo; na articulação com os representantes de turma; e através do sistema de avaliação de disciplinas pelos discentes. Este último foi uma iniciativa do Grêmio Acadêmico de Engenharia Ambiental (GAEA) do curso da UFRJ, e foi formulada em fins de 2008, com base no antigo sistema de gestão acadêmica da universidade. A avaliação feita pelo GAEA se baseia em meios digitais e na participação voluntária dos graduandos de Engenharia Ambiental. São sujeitas a ela todas as disciplinas oferecidas para o curso. Um conjunto de mais de dez perguntas por disciplina é respondido, abordando: aspectos relativos ao cumprimento e pertinência da ementa; à *performance* do professor responsável; à dedicação do aluno; etc.

Além disso, a partir do início do processo de estruturação da reforma curricular, em março de 2010, foram organizadas duas reuniões com os graduandos, a fim de

apresentar os motivos e possibilidades da reforma curricular, assim como levantar sugestões de melhorias e reivindicações dos estudantes. Essas reuniões tomaram a forma de uma breve exposição sobre as questões de pauta, seguida de diálogo entre os presentes, mediado pelos integrantes do GAEA e/ou pelo representante dos discentes no Conselho de Curso de Engenharia Ambiental (CCEA). Ao fim, redigia-se uma ata e esta era enviada por correio eletrônico para todos os estudantes do curso.

Após essas reuniões gerais, passou-se a outro modelo de encontros, realizados mensal-

mente entre os representantes de turma e a coordenação. Nesses encontros, foram levantados problemas pontuais de cada período e discutidas possíveis soluções. Além disso, foi feita uma avaliação das ementas e pré-requisitos das disciplinas do curso, que eram voltadas diretamente para este, ou seja, algumas matérias do Ciclo Básico, como Cálculo e Física, não foram analisadas. Esse processo foi conduzido pelos representantes, a partir da consulta com suas respectivas turmas. O procedimento ocorreu através do preenchimento de uma tabela, como segue:

Tabela 1 – Modelo de Tabela de Avaliação de Disciplinas pelos Discentes.

Disciplina	Ementa	Opinião dos Alunos	Pré-Requisitos
<i>Exemplo</i>	<i>Conteúdo da ementa</i>	<i>Tais pontos já foram abordados na disciplina e tais pontos poderiam ser incluídos.</i>	<i>Deveria ter como pré-requisito tais e tais matérias; deveria ser pré-requisito para tais e tais matérias.</i>

Após o registro das informações, efetivou-se, para cada etapa, uma reunião entre os representantes e a coordenação, em que se compararam os resultados, sintetizando os pontos mais relevantes de cada disciplina. Isso gerou uma tabela-síntese da avaliação, que foi utilizada em outros momentos. No decorrer dos demais encontros, a estruturação da reforma curricular foi acompanhada e discutida, de maneira a manter o canal de diálogo e discutir as alterações propostas.

Outro processo importante foi a pesquisa de novas disciplinas optativas. Esta se baseou em um trabalho anterior, realizado pelo GAEA, em meados de 2009, com o fim de sugerir novas eletivas para o curso de Engenharia Ambiental, a partir da busca das disciplinas oferecidas em outros cursos de graduação. Em resumo, a revisão de diversos currículos de cursos de graduação da UFRJ resultou em uma lista de matérias que foi avaliada pela coordenadora de Engenharia Ambiental, em um processo que excluiu aquelas que não se adequavam ao escopo do curso. No entanto, na época, as disciplinas não chegaram a ser incluídas no elenco de

optativas do curso, por não terem sido cumpridas as etapas essenciais para isso. Com o início da estruturação da reforma curricular, essa iniciativa foi retomada e se solicitou novamente a contribuição dos discentes. Isso teve por consequência mais uma lista, que foi novamente avaliada pela coordenadora. Em seguida, verificou-se se as disciplinas selecionadas como potencialmente interessantes eram oferecidas regularmente, com vistas a garantir que, de fato, os alunos pudessem cursá-las futuramente. Isso foi feito através de consultas diretas ao sistema integrado de gestão acadêmica eletrônico da UFRJ. O elenco resultante foi avaliado em outras instâncias e propiciou a formação de grupos de optativas no curso, questão que é mais bem discutida posteriormente.

Ao final do processo de estruturação da reforma curricular, realizou-se mais uma reunião geral com os estudantes, objetivando demonstrar a proposta obtida e discuti-la, abrindo espaço para críticas e outras contribuições. Concluindo, após a decisão final quanto à nova grade curricular, fez-se um encontro aberto, no dia 25 de maio de 2012,

para apresentar os resultados obtidos e esclarecer quaisquer dúvidas remanescentes.

INTERAÇÃO COM OS DOCENTES

Consultaram-se os professores regularmente responsáveis por disciplinas oferecidas

especificamente para o curso de Engenharia Ambiental – novamente, matérias básicas de matemática e física, como Mecânica e Álgebra Linear, não foram contempladas. Primeiramente, fez-se uma revisão das ementas registradas.

Tabela 2 – Modelo de Tabela utilizada para Avaliação de Disciplinas pelos Docentes.

Disciplina	Ementa	Ementa segundo o Professor	Pré-Requisitos
<i>Exemplo</i>	<i>Conteúdo da ementa</i>	<i>Os conteúdos ____ da ementa não são abordados, porém, os conteúdos ____ que não estão presentes na ementa são apresentados</i>	<i>Deveria ter como pré-requisitos tais e tais matérias; deveria ser pré-requisito para tais e tais matérias</i>

Assim, os docentes receberam, por correio eletrônico, uma tabela nos moldes da Tabela 2 – adaptada para cada disciplina. No caso de mais de um docente ser responsável por uma disciplina, enviou-se a tabela para o coordenador da mesma ou para todos os que para ele contribuem regularmente. Após um prazo de um a dois meses para conclusão dessa avaliação, agendou-se um conjunto de reuniões setoriais, compreendendo todas as disciplinas avaliadas. Vale ressaltar a importância desse momento de discussão, já que cada docente tem uma compreensão particular da área de conhecimento e o diálogo promove uma reestruturação dos conteúdos discutidos, bem como o desenvolvimento do entendimento dos professores sobre o que está sendo lecionado no geral (MELVILLE, 2010). Assim, após o levantamento do ciclo básico, a coordenação e o representante dos alunos no Conselho de Curso tentaram se reunir com os professores relacionados às disciplinas dos grupos de:

- **Biologia**, compondo: Ecologia Geral; Biologia Sanitária e Ambiental; Saúde Pública e Meio Ambiente.
- **Química**: Química EE; Fundamentos de Química aplicada à Engenharia Ambiental; Química Ambiental.
- **Gestão Ambiental**: Transporte e Meio Ambiente; Energia e Meio Ambiente; Planejamento Ambiental; Economia e Meio Ambiente; Gestão Ambiental na Indústria; Gestão de Recursos

Hídricos; Planejamento Urbano e Meio Ambiente; Avaliação de Impactos Ambientais.

- **Geotecnia**: Princípios de Geomecânica; Poluição dos Solos; Resíduos Sólidos Urbanos; Geomorfologia Aplicada à Engenharia; Disposição de Resíduos Sólidos; Controle e Remediação de Áreas Contaminadas.
- **Hidrodinâmica**: Mecânica dos Fluidos; Fenômenos de Transferência; Modelagem Hidrodinâmica e Ambiental; Hidrodinâmica dos Corpos de Água.
- **Recursos Hídricos**: Hidrologia; Aproveitamento de Recursos Hídricos; Planejamento Ambiental; Gestão de Recursos Hídricos.
- **Poluição Sonora e Atmosférica**: Poluição do Ar; Poluição Sonora; Controle e Monitoramento da Poluição Atmosférica.
- **Engenharia Urbana**: Sistemas de Informação Georeferenciada; Planejamento Urbano e Meio Ambiente.
- **Saneamento**: Química Ambiental; Saneamento Ambiental; Poluição e Qualidade das Águas; Tratamento de Água; Tratamento de Esgotos; Tratamento de Efluentes Industriais.
- **Indústria**: Indústria e Meio Ambiente; Introdução ao Tratamento Químico de Resíduos Industriais; Tratamento de Efluentes Industriais.

Esses grupos foram estabelecidos seguindo dois fundamentos principais: a inter-relação entre os conteúdos das disciplinas elencadas e a área de atuação e estudo dos professores responsáveis. Procedeu-se dessa forma, pois eram esses os quesitos que mais influenciavam o diálogo entre os docentes,

favorecendo ajustes setoriais das ementas e dos pré-requisitos associados. Algumas disciplinas constam em mais de um grupo, já que ocupam interstícios entre áreas, devendo estar presentes em todos os fóruns de discussões que lhes tocam. Outras, por seu caráter pontual no curso, foram discutidas particularmente com os docentes responsáveis, como a matéria Segurança Ambiental. A ementa de todas as disciplinas está disponível para consulta (UFRJ, 2012).

Essas reuniões, tanto referentes ao ciclo básico quanto ao profissional, guiaram-se por uma estrutura organizacional. Primeiramente, era feita uma introdução à proposta da reforma curricular, contendo sua motivação, objetivos e métodos. Então, prosseguia-se a uma exposição da avaliação realizada pelos docentes e discentes através de uma tabela na qual se sintetizaram os levantamentos feitos para cada disciplina, colocando sugestões de ambas as partes envolvidas. Por vezes, também eram incluídas disciplinas que, por suas características e conteúdo, também eram importantes para a análise do grupo – como no caso da reunião de Geotecnia – em que se incluiu a ementa de Controle e Remediação de Áreas Contaminadas (optativa do curso) por esta necessitar da base da maioria das disciplinas desse grupo.

A partir da análise das informações apresentadas, discutia-se sobre a organização curricular daquele grupo de matérias. Assim, era observado se o conjunto de conteúdos estava adequado, se havia sobreposições e se esses conteúdos estavam bem encadeados, ou seja, se a periodização e os pré-requisitos das disciplinas estavam dispostos idealmente. Então, propunham-se medidas para solucionar quaisquer problemas encontrados. Estas eram anotadas e serviram de base para a estruturação da proposta de reforma curricular que foi, por sua vez, discutida nas reuniões do CCEA.

Como última ação da reunião, apresentava-se a lista de novas optativas sugeridas pelos discentes e já verificadas pela coordenação quanto ao seu enquadramento em cada

setor. Posteriormente, todos os documentos exibidos eram enviados, juntamente com a ata da reunião, por correio eletrônico, para os professores do grupo. Estes eram incumbidos, então, de avaliar a lista de optativas, recomendando quais se adequavam ao contexto da Engenharia Ambiental.

SOBRE O PROCESSO

Formalmente, o processo de estruturação da reforma curricular se iniciou a partir de uma reunião do Conselho de Curso de Engenharia Ambiental, em abril de 2010. Propunha-se discutir, então, questões gerais do curso, como a inclusão de novas disciplinas no elenco de optativas. Todavia, verificando-se a necessidade de uma reformulação da grade curricular, teve o papel de propor diretrizes para a realização mesma.

A partir desse fundamento, prosseguiu-se aos métodos descritos. Também foram feitas consultas específicas a professores, alunos, e à literatura disponível. Isso foi feito para embasar as modificações propostas. Assim, por exemplo, em se intencionando modificar a carga horária de uma disciplina, o professor era contatado e alunos que já tinham cursado a mesma também – para que se verificasse se a mudança era adequada. No caso das disciplinas optativas de outros institutos, os respectivos representantes foram consultados acerca da relevância do conteúdo administrado para a engenharia ambiental e temas relacionados.

As interações tiveram, via de regra, uma sequência definida, buscando-se primeiramente os discentes e, em seguida, os professores. No entanto, como a proposta se transformou inúmeras vezes, os diálogos foram, em grande parte, feitos concomitantemente – até por questões de disponibilidade de horários para reuniões e limitações similares. Por esse mesmo motivo, a coordenação da reforma curricular procurou estar sempre aberta a novas sugestões e comentários até o fim do processo.

Ao fim do estágio de discussão, procedeu-se à realização de reuniões individuais

com os membros do CCEA, a fim de expor e discutir a proposta elaborada. Então, em abril de 2012, o Conselho de Curso se reuniu novamente para deliberar sobre a reforma. Após uma apresentação inicial, detalhando as etapas cumpridas e mudanças propostas, houve um momento para o diálogo e definição de qual prosseguimento tomar. Em seguida, delimitou-se um novo currículo para o curso.

Após a reunião, enviou-se para os presentes uma lista com o material discutido, inclusive a proposta de novo elenco de disciplinas eletivas, contendo: nome; carga horária; pré-requisitos; ementa; observações; e um espaço para o parecer. Os membros do CCEA ficaram responsáveis por analisar essas matérias individualmente, definindo se deveriam ser incluídas no currículo. Só seguiram para a fase de implementação as optativas que receberam uma resposta positiva de cinco ou mais dos sete integrantes. Todavia, em alguns casos, a oposição de um membro também significou a retirada da disciplina da lista final, por se entender que este possuía conhecimento específico sobre assunto.

RESULTADOS

A seguir, são abordadas as consequências referentes às mudanças na grade curricular do curso de Engenharia Ambiental da UFRJ.

Tabela 3 – Mudanças nas Ementas.

Disciplina	Nova Ementa	Bibliografia
<i>Nome da Disciplina</i>	<i>Ementa atualizada, contendo as mudanças do conteúdo contemplado</i>	<i>Atualização da bibliografia indicada</i>

A seguir, descreve-se as alterações mais significativas, juntamente com as suas justificativas:

Biologia Sanitária

Na ementa se incluiu o assunto microbiologia, atendendo a uma demanda de matérias subsequentes quanto ao tema, sobretudo, de Saneamento Ambiental. Isso se mostrou possível, pois o Instituto de Biologia tem *expertise* para oferecer esse conteúdo e

Foram feitas modificações: nas ementas das disciplinas e nos pré-requisitos existentes; na periodização das matérias e no elenco de obrigatórias; e no grupo de optativas.

É importante lembrar que o processo promoveu, também, entre outras coisas, a interação entre o corpo docente e sua aproximação com o curso – além de uma melhoria da organização dos estudantes, do seu envolvimento e conhecimento acerca desse bacharelado.

Note-se, ainda, que, por dificuldades de agenda e afinidades de atuação, reuniu-se o grupo de Química juntamente com o de Indústria. Essa reunião e a referente às disciplinas de área de gestão só contaram com o comparecimento de parte dos seus integrantes, restringindo o processo de discussão.

MUDANÇAS DE EMENTAS

Elaborou-se um resumo das modificações a serem feitas a partir dos resultados das reuniões setoriais, nos moldes do demonstrado pela Tabela 3, que pode ser visto em sua totalidade em outro trabalho (BREDARIOL, 2013). A última coluna da tabela, referente à atualização da bibliografia, foi incluída após a conclusão do processo que definiu a nova grade curricular – com o intuito de adequar o registro ao que é indicado correntemente.

havia carga horária disponível em Biologia Sanitária – o que foi notado pelos alunos.

Geomorfologia

Essa disciplina teve sua ementa ajustada, com o intuito de reduzir a sobreposição existente com Hidrologia Geral, no que tange à exploração do conceito de bacia hidrográfica e de assuntos correlatos. Com isso, possibilitou-se a extensão de outros temas de geomorfologia, destacando-se a discussão de desen-

volvimentos atuais na área, como as consequências do aumento da atividade de silvicultura no estado do Rio de Janeiro.

Tópicos em Engenharia Ambiental

Só eram previstas visitas técnicas nessa disciplina, contudo, por seu caráter introdutório, diversas outras atividades são realizadas correntemente – como palestras, encontros com formados e apresentações de projetos de engenharia ambiental. Além de realizar esse ajuste, também se introduziu parte do conteúdo de Desenvolvimento e Meio Ambiente – matéria que foi retirada do currículo obrigatório – conforme descrito na próxima seção.

Avaliação de Impactos Ambientais

Identificou-se que esse assunto estava sendo visto em outras disciplinas, principalmente, em Planejamento Ambiental e Gestão Ambiental na Indústria. Assim, decidiu-se elaborar um novo programa, abordando alguns tópicos de forma aprofundada e enfatizando exercícios práticos. Incluiu-se ainda a discussão de ferramentas de gestão ambiental avançadas, como a Avaliação Ambiental Estratégica.

Tratamento de Efluentes Industriais

A disciplina previa tópicos já abordados por: Tratamento de Esgotos; Tratamento de Água; e Poluição e Qualidade das Águas. Por outro lado, os discentes não eram introduzidos em técnicas avançadas de tratamento de efluentes, como processos oxidativos avançados, uso de membranas e carvão ativado. Desse modo, foi acordado que a ementa seria refeita de forma a tratar apenas dessas técnicas, partindo do arcabouço proporcionado pelas matérias referidas acima, a fim de discutir problemas industriais específicos – conforme tipologia – e possibilidades tratamento e reúso.

MUDANÇAS NA GRADE CURRICULAR OBRIGATÓRIA

As modificações acordadas são basicamente: a inclusão ou exclusão de disciplinas; e o ajuste de pré-requisito e período. Ressalta-se que um crédito de aula teórica representa 15 horas, enquanto o de aula prática equivale a 30 horas.

Alterações das Matérias Obrigatórias

Desenvolvimento e Meio Ambiente (quatro créditos de aula teórica)

Decidiu-se pela retirada dessa disciplina da grade, pois foi constatada significativa sobreposição do seu conteúdo com o de outras disciplinas e pelo fato de o professor responsável por essa matéria ter se aposentado. A ementa se referia à:

Evolução histórica da questão ambiental; Clube de Roma e outros modelos mundiais; conferência de Estocolmo (1972) e a criação do PNUMA, problemas ambientais em escala global: mudanças climáticas, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, poluentes orgânicos persistentes, crise de água; relatório Brudtland, o conceito de desenvolvimento sustentável e conferência do Rio (1992); a Conferência de Johannesburgo (2002) e os paradigmas para o futuro. (UFRJ, 2012).

Tópicos esses abordados, sobretudo, em: Tópicos em Engenharia Ambiental; Planejamento Ambiental; e Energia e Meio Ambiente. Ao mesmo tempo, essas matérias estavam versando sobre conteúdos aprofundados em outras ementas, como os relativos à poluição ambiental. Assim, optou-se por dividir o conteúdo de Desenvolvimento e Meio Ambiente entre essas três disciplinas. A primeira parte, referente à evolução histórica da questão ambiental e os movimentos relacionados, passou a Tópicos em Engenharia Ambiental. A segunda, sobre os problemas ambientais em escala global, para Energia e Meio Ambiente. Os últimos temas passaram a ser estudados em Planejamento Ambiental. Essas três matérias, por sua vez, deixaram de debater aspectos que estão fora do escopo da ementa estipulada – evitando uma revisão

desnecessária de conceitos. Além disso, alguns tópicos continuarão a serem discutidos em outras obrigatórias, como “a crise de água”, em Gestão de Recursos Hídricos.

Ressalta-se que, com isso, não serão eliminadas completamente as sobreposições existentes em torno desses itens, básicos em qualquer curso relacionado ao meio ambiente, no entanto, buscou-se diminuir esse problema, favorecendo apenas a retomada do tema quando sob ótica diferenciada.

Laboratório de Análise Ambiental (um crédito de aula prática)

Diante da demanda dos alunos por mais aulas práticas e a dificuldade de inserir esse tipo de atividade em disciplinas já existentes, considerando ainda a abrangência do escopo pretendido, decidiu-se criar essa nova disciplina, de caráter experimental, existindo o entendimento de que deve compreender atividades em laboratório e a discussão de resultados obtidos em sala de aula. Dessa forma, pretende-se incluir diversos campos de atuação do engenheiro ambiental, incluindo análises de qualidade de água e de ar, ensaios geotécnicos, entre outros. Os alunos serão organizados em pequenos grupos, que vão se revezar entre as práticas estipuladas em cada laboratório, em um esquema de rodízio. Em alguns casos, irão realizar a análise com auxílio de técnicos e professores e, em outros – devido à delicadeza do equipamento envolvido –, observar a realização da operação por um servidor especializado.

Com isso, intenciona-se aproveitar a infraestrutura laboratorial existente e proporcionar o contato dos discentes com a área experimental sem incurrir um ônus significativo para as partes envolvidas, em termos de material e horário de atendimento. Ressalta-se, por fim, que um crédito deste tipo equivale a trinta horas de exercício prático.

Controle e Remediação da Poluição dos Solos (dois créditos de aula teórica)

Essa matéria fora excluída do grupo de obrigatórias durante os ajustes curriculares que

ocorreram em fins de 2007, no entanto, essa medida acabou por criar uma deficiência na formação dos graduandos, que foi notada por alguns egressos do curso. Além disso, esse conteúdo é cada vez mais valorizado no contexto do estado do Rio de Janeiro e está presente em diversos currículos de Engenharia Ambiental. O intuito foi o de capacitar o egresso a, de fato, atuar nos múltiplos campos de trabalho, através de técnicas de engenharia.

Química EE – Química Geral (quatro créditos de aula teórica)

Optou-se pela substituição da disciplina Química EE (IQG111) por Química Geral (IQG115), por se entender que esta ofereceria uma base mais sólida de conhecimentos fundamentais de química para o aluno de Engenharia Ambiental. Isso se mostrou importante pelo fato de discentes e docentes terem notado que essa área do conhecimento não estava sendo bem contemplada pelo curso, e que isso implicava dificuldades no desenvolvimento de outras matérias da grade curricular. Assim, foi previsto, entre outras coisas, que a primeira disciplina de química do currículo – que era comum às demais engenharias, as quais, em geral, não necessitam de conhecimentos tão aprofundados desse tema – fosse trocada por uma disciplina oferecida para as turmas do curso de Engenharia Química. Desse modo, apesar das ementas serem próximas, acredita-se que a maneira de abordagem dessa segunda seja mais incisiva.

Além disso, a seguinte disciplina teve a sua carga horária reduzida:

Instalações Elétricas e Meio Ambiente

A mudança na carga horária dessa disciplina foi fruto de uma iniciativa do docente responsável, que observou que, para abordar o conteúdo da ementa, não eram necessárias 45 horas de aula teórica. A consideração foi confirmada pelos representantes dos discentes e aprovada pela coordenadora do curso, seguindo para apreciação do CCEA. Este aprovou a redução de um crédito

de aula teórica (de três créditos de aula teórica e um de aula experimental para dois créditos de aula teórica e um de aula experimental).

Dessa forma, levando-se em conta todas as alterações, o total de créditos a serem cumpridos se manteve constante – dentro do esperado pelos membros do Conselho de Curso.

Alteração da Periodização

Em termos do encadeamento do conteúdo, as principais alterações incluem as novas sequências:

- Introdução à Economia (4º período); Economia Ambiental (5º).
- Física II (3º); Mecânica dos Fluidos (4º); Fenômenos de Transferência (5º).
- Princípios de Ciência dos Materiais (3º); Mecânica da Durabilidade dos Sólidos (4º); Princípios de Geomecânica (5º); Poluição dos Solos (6º); Disposição de Resíduos Sólidos (9º); Controle e Remediação do Solo (10º). Destaca-se que o intervalo entre o 6º e o 9º período é importante, já que facilita a conclusão do curso pelos discentes, dentro do tempo esperado de cinco anos.
- Hidrologia Geral (5º); Geomorfologia aplicada à Engenharia Ambiental (6º).
- Poluição e Qualidade das Águas (7º); Tratamento de Esgotos (8º) e Tratamento de Água (8º).

Pode-se verificar que as disciplinas elencadas se relacionam intensamente e, assim, acredita-se que o seu encadeamento – através de pré-requisitos e períodos curriculares – é de grande valia para a coerência e funcionalidade do currículo.

Por fim, vale notar que a implementação imediata do novo currículo deve ser obrigatória somente para aqueles que se encontrarem antes do 8º período no momento do início da sua operação – previsto para o primeiro semestre letivo de 2014 – a fim de não alongar o processo de formação e prejudicar os estudantes próximos de completar a graduação.

MUDANÇAS NAS OPTATIVAS

Esse grupo de alterações consiste na inclusão de novas disciplinas no elenco de

optativas, sobretudo, ao grupo referente à formação específica em Engenharia Ambiental (escolha condicionada). Ressalta-se que os discentes muito demandavam essa iniciativa, a fim de ter o seu espectro de escolhas referente à formação profissional ampliado. Nesse sentido, vale explicitar o entendimento de que o grupo de optativas especificado é voltado para a profissionalização do aluno no campo da engenharia ambiental. O objetivo das alterações aqui descritas é proporcionar maiores oportunidades de desenvolvimento aos estudantes, tornando o leque de eletivas mais abrangente e, ao mesmo tempo, propiciando maior orientação quanto à escolha das disciplinas a serem cursadas. Foram definidas sete áreas de concentração:

- *Indústria, Segurança, Petróleo e Gás.* Visa a capacitar os alunos que queiram atuar em empresas do setor de óleo e gás, contemplando o conjunto de conteúdos normalmente agrupados em divisões de meio ambiente, saúde e segurança.
- *Energia e Ciências Atmosféricas.* Esse grupo pretende juntar às disciplinas relacionadas à poluição atmosférica, técnicas de controle e tópicos do setor energético, como planejamento energético e fontes alternativas de energia.
- *Recursos Hídricos.* Trata da engenharia de recursos hídricos e as suas diversas aplicações: hidrologia; engenharia fluvial e costeira; aproveitamentos hidrelétricos; irrigação; drenagem; entre outras.
- *Saneamento.* De certa forma, próxima do último grupo descrito, também por suas origens, a área do saneamento é vista aqui como aquela que compreende o tratamento de águas, esgotos e efluentes industriais – bem como o dimensionamento das redes coletoras e de abastecimento – e outros aspectos envolvidos. Assim, contempla a qualidade da água, formas de tratamento e drenagem urbana.
- *Solos e Resíduos.* Agrega o campo da geotecnia e de tratamento de resíduos sólidos. A interface se dá nas técnicas de remediação de solos e disposição de resíduos. Inclui disciplinas como Geologia e Meio Ambiente, Biotecnologia Ambiental, e Reciclagem de Resíduos Sólidos.
- *Planejamento, Gestão e Economia.* Compreende técnicas e tópicos atuais sobre planejamento, gestão e economia ambiental. Desse modo, é o grupo mais propício aos discentes que queiram

ter uma formação mais generalista e, ao mesmo tempo, aprofundar em tópicos de gerenciamento e análise integrada de questões ambientais.

- *Engenharia Urbana*. A ideia desse conjunto de optativas é direcionar o discente para questões de engenharia típicas do meio urbano, tal qual a drenagem de águas pluviais, o transporte urbano e a sustentabilidade no setor de construção civil. Além disso, visa a formar um profissional com uma visão integradora de cidade, capaz de propor soluções viáveis ambiental e tecnicamente.

Estima-se que, no total, em torno de quarenta novas disciplinas ingressem no elenco de optativas do curso. Isso é administrável, por serem matérias de responsabilidade de outros cursos e departamentos que são oferecidas frequentemente. Portanto, o esforço para a Engenharia Ambiental se restringe a requisitar vagas nas turmas oferecidas.

PROGNÓSTICO

Espera-se obter a almejada redução da sobreposição de conteúdos, assim como o seu melhor encadeamento via pré-requisitos. Também se acredita na obtenção da melhoria dos fundamentos de química, na possibilidade de propiciar uma formação mais especializada, e no reforço de experiências práticas através de atividades de laboratório. Dessa forma, há expectativa de que o aluno mostre melhor desempenho e interesse e, ao mesmo tempo, estructure melhor os conhecimentos formados – seguindo suas preferências profissionais – em um currículo mais coeso e versátil.

Há, contudo, desafios pela frente. O melhor encadeamento dos conteúdos lecionados e a oferta de um elenco adicional de optativas dependerão de uma interação mais efetiva entre o corpo docente envolvido e o curso. Além disso, os esforços de coordenação e orientação dos alunos devem também aumentar, a fim de que o currículo estruturado seja funcional, já que, apesar de se esperar um aperfeiçoamento do sistema de ensino, os estudantes se verão em face de novas restrições na inscrição em disciplinas, devido ao estabelecimento de novos pré-requisitos. Nota-se que algumas matérias são ofertadas uma única vez por ano. A expansão da oferta de optativas e a maior coesão dos assuntos

discutidos devem ter papel mitigador, contudo, é difícil prever efetivamente como atuarão esses diversos fatores na prática.

CONCLUSÕES

A engenharia ambiental se encontra em um momento de crescimento de importância e valor, porém, confronta-se com a complexidade do seu campo de atuação. Os cursos de graduação enfrentam o desafio de se adequar a um cenário de constante desenvolvimento. Espera-se que o atual trabalho possa contribuir com a descrição de uma experiência prática nesse sentido.

O conjunto de ajustes realizados na reforma curricular tomou forma a partir do diálogo entre os diversos agentes envolvidos, por vezes, através de mecanismos de coleta sistemática de dados. Isso é fundamental em um ambiente tão interdisciplinar, onde é nítido que o ensino é, de certa forma, um espaço de contestação em que coexistem concepções distintas de quais são os métodos e conteúdos a serem desenvolvidos e priorizados. A forma encontrada de proporcionar coesão ao curso, nesse contexto, foi a realização de reuniões setoriais coordenadas e de diversas etapas iterativas de consulta.

Após essa primeira fase, de desenho curricular, há a questão da operacionalização. Estruturas flexíveis demandam maior esforço de organização interna. Deve-se atentar para a orientação dos discentes e para o funcionamento correto do currículo estabelecido.

Quanto ao futuro, existem diferentes rumos, como a definição de ênfases, a redução do elenco de matérias obrigatórias e a integração com programas de pós-graduação. A observação da experiência prática deve subsidiar a tomada de decisão. Para tal, é necessário que se avance na implementação de mecanismos de avaliação sistemáticos, definindo indicadores e critérios.

Por fim, é interessante suscitar uma questão geral, especialmente crítica para a engenharia ambiental que surgiu ao longo deste estudo: *como o ensino superior pode trabalhar no sentido de formar líderes e inovar?* Em um contexto de consolidação de uma crise ambiental, a resposta para esse tipo

de pergunta pode ser a chave para melhorias estratégicas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO / CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (CNE/CES). **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES11_2002.pdf>. Acesso em: 1º set. 2012.
- BRASIL. CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO (CFE). **Resolução nº 48, de 28 de abril de 1976**. Disponível em: <<http://www.creapa.com.br/comissoes/educacao/curriculos%20minimos/resolucao48.html>>. Acesso em: 1º set. 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA (MEC). **Resolução nº 1.693, de 5 de dezembro de 1994**. Disponível em: <<http://www.creapa.com.br/comissoes/educacao/curriculos%20minimos/portaria1693.html>>. Acesso em: 1º set. 2012.
- ROMAN, S. A. S.; AMARAL, A. L.; LIBÂNIO, M. Proposição de estrutura curricular para cursos de graduação em Engenharia Ambiental, **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 3-13, 2008.
- DOLAN, R. J. Conference overview. In: American Academy of Environmental Engineers, Environmental engineering education: the relationship to engineering practice. **Proceedings of the 1996 Environmental Engineering Education Conference**, Orono, Maine, August 3-6. Section 7, United States, 1997.
- AMERICAN ACADEMY OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING (AAEE). The Environmental Engineering Body of Knowledge Task Force. **Environmental Engineering Body of Knowledge**. United States of America, American Academy of Environmental Engineers, 2009.
- DIGIANO F. A. Process fundamentals: skills for a lifetime of practice. In: American Academy of Environmental Engineers, Environmental engineering education: the relationship to engineering practice. **Proceedings of the 1996 Environmental Engineering Education Conference**, Orono, Maine, August 3-6. Section 7, United States, 1997.
- SONSTEGARD, D. A.; KEDROWSKI, C. L.; NAROG, P. F. My environmental engineering career: yesterday, today, and tomorrow". In: American Academy of Environmental Engineers, Environmental engineering education: the relationship to engineering practice. **Proceedings of the 1996 Environmental Engineering Education Conference**, Orono, Maine, August 3-6. Section 7, United States, 1997.
- BORDAGE, G.; HARRIS, I. Making a difference in curriculum reform and decision-making processes. **Medical Education**, v. 45, p. 87-94, 2011.
- MELVILLE, W. Curriculum reform and a science department: a bourdieuan analysis. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Taiwan: National Science Council, v. 8, n. 6, p. 971-991. 2010.
- BREDARIOL, T. O. **Estudo curricular da graduação em Engenharia Ambiental: o caso da Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFRJ, Escola Politécnica, 2013.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ), Escola Politécnica. Curso de Graduação: Engenharia Ambiental. **Grade do curso e ementas**. Disponível em: <http://www.poli.ufrj.br/graduacao_cursos_engenharia_ambiental.php>. Acesso em: 1º out. 2012.

DADOS DOS AUTORES



Tomás de Oliveira Bredariol – Mestrando no Programa de Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento da UFRJ – na área de concentração Estratégias, Desenvolvimento e Sustentabilidade. Formou-se em Engenharia Ambiental (UFRJ, 2013) e, atualmente, trabalha com pesquisa referente ao campo das mudanças climáticas no Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA/COPPE – UFRJ).



Iene Christie Figueiredo – D.Sc. em Engenharia Civil – Tecnologia de Saneamento Ambiental – pela COPPE/UFRJ. É professora adjunta da Escola Politécnica da UFRJ e coordenou o curso de graduação em Engenharia Ambiental dessa instituição, entre os anos de 2009 e 2012. Tem experiência na área de Engenharia Ambiental e Sanitária, atuando principalmente nos seguintes temas: processos de tratamento de água e de esgoto, poluição e qualidade das águas, tratamento combinado de esgotos domésticos e lixiviados de aterros sanitários.