

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**LEVANTAMENTO DOS PRINCÍPIOS ÉTICOS APLICADOS NA ENGENHARIA
QUÍMICA.**

LETÍCIA SILVA DE OLIVEIRA

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos, como pré-requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. André Bernardo

São Carlos - SP

2022

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Graduação apresentado no dia 12 de setembro de 2022 perante a seguinte banca examinadora:

Orientador: André Bernardo, DEQ/UFSCar.

Convidada: Adriana Paula Ferreira Palhares, DEQ/UFSCar.

Professor da Disciplina: Ernesto Antonio Urquieta Gonzalez, DEQ/UFSCar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força e coragem para enfrentar todos os meus desafios, me fazendo chegar até aqui.

Agradeço e dedico este trabalho especialmente aos meus pais, Sílvio e Valdete e à minha irmã Ana Luísa, pelo apoio incondicional e por sempre me proporcionarem tudo o que podem, não medindo esforços.

Ao meu namorado, Leonardo, pela parceria durante toda a graduação, especialmente agora nesta reta final.

Aos amigos que a faculdade me proporcionou, que se tornaram família durante nossa morada em São Carlos e que desejo levar para a vida toda. Agradeço também às minhas amigas de apartamento em São Carlos, e agora em São Paulo, por todo cuidado e companheirismo.

Aos grupos extracurriculares dos quais participei, EQ Júnior e Operação Natal, por me proporcionarem diversos desafios e aprendizados que contribuíram muito para o meu desenvolvimento pessoal.

A todos os professores que tive contato ao longo dessa jornada, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

Por fim, agradeço especialmente ao meu professor orientador André Bernardo, por todo apoio desde a definição do tema deste trabalho até a sua conclusão.

RESUMO

O conjunto de valores morais, regras e padrões de um indivíduo ou de um grupo social constitui a ética. Para que uma sociedade tenha um progresso sustentável e adequado, é imprescindível a atuação de maneira ética dos profissionais que a compõem. No que diz respeito à engenharia química, a atuação do indivíduo traz impactos relacionados à inclusão, sustentabilidade ambiental, segurança pública, entre outros. Contudo, para que as ações e as decisões de um profissional de engenharia química estejam de acordo com os princípios da ética, é necessário haver, ao menos, instrução. Diante da responsabilidade do trabalho para com a sociedade, o engenheiro químico deve sempre buscar o conhecimento e a técnica necessária para que sua atuação promova benefícios e não gere riscos à natureza, às diferenças sociais, à saúde pública e aos demais campos envolvidos. Diante disso, nota-se que há pouca instrução sobre estes aspectos ao longo da formação de um engenheiro químico e, além disso, existem poucos materiais disponíveis na literatura que descrevem, de maneira objetiva e compilada, os diversos critérios e caminhos para um trabalho ético no mercado, que contemple as pautas atuais. Outra problemática é a ausência de análises destes conceitos aplicados em casos práticos e reais, adequados à categoria da engenharia química. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo descrever ações que promovam a cultura ética na área da engenharia química, através de uma revisão bibliográfica dos pilares de ética fundamentais da profissão e de outros estudos e relatórios relevantes publicados acerca deste tema. Busca-se, com isso, instruir e possibilitar a compreensão das ações e de tais princípios éticos aplicados na engenharia química, buscando minimizar impactos negativos e antecipar as possíveis consequências para com a sociedade e o meio ambiente. Ainda, a partir do resultado deste trabalho, espera-se ter claro também como promover os conceitos de ética ao longo da formação do engenheiro químico. Com isso, os profissionais de engenharia química terão maior compreensão de como aplicar os princípios éticos nos padrões e nas práticas de engenharia. Ademais, este estudo, bem como sua divulgação e utilização no mercado de trabalho, corrobora para que a visão deste setor seja cada vez mais enaltecida e bem avaliada pela sociedade no geral.

Palavras-chave: engenharia química, ética, princípios éticos, formação, responsabilidade social, ética profissional.

ABSTRACT

The set of moral values, rules and standards of an individual or a social group constitutes ethics. For a society to have sustainable and adequate progress, it is essential that the professionals who compose it act ethically. With regard to chemical engineering, the individual's performance brings impacts related to inclusion, environmental sustainability, public safety, among others. However, for the actions and decisions of a chemical engineering professional to be in accordance with ethical principles, there must be at least instruction. Faced with the responsibility of work towards society, the chemical engineer must always seek the necessary knowledge and technique so that his performance promotes benefits and does not generate risks to nature, social differences, public health and other fields involved. In view of this, it is noted that there is little instruction on these aspects throughout the training of a chemical engineer and, in addition, there are few materials available in the literature that describe, in an objective and compiled way, the various criteria and paths for ethical work in the market, which includes current guidelines. Another problem is the absence of analysis of these concepts applied in practical and real cases, appropriate to the category of chemical engineering. Therefore, this work aims to describe actions that promote an ethical culture in the field of chemical engineering, through a bibliographic review of the fundamental ethical pillars of the profession and other relevant studies and reports published on this topic. With this, it is sought to educate and enable the understanding of actions and such ethical principles applied in chemical engineering, seeking to minimize negative impacts and anticipate possible consequences for society and the environment. Still, from the result of this work, it is expected to also have clear how to promote the concepts of ethics throughout the formation of the chemical engineer. As a result, chemical engineering professionals will have a greater understanding of how to apply ethical principles in engineering standards and practices. Moreover, this study, as well as its dissemination and use in the labor market, corroborates so that the vision of this sector is increasingly praised and well evaluated by society in general.

Keywords: chemical engineering, ethics, ethical principles, training, social responsibility, professional ethics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Áreas e profissões correlatas a Engenharia Química	34
Figura 2. Os cinco grupos de ação sugeridos	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Grupos de ação e atividades a curto, médio e longo prazo	49
Tabela 2. Resumos dos estudos de caso e os temas, questões éticas e situações abordados.....	60

NOMENCLATURA

ACS	American Chemical Society
AIChE	American Institute of Chemical Engineers
CPDEC	Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Educação Continuada
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia)
CFQ	Conselho Federal de Química
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRQ	Conselho Regional de Química
EPC	Engineering Professors Council
ICChemE	Institution of Chemical Engineers
MIT	Massachussets Institute of Technology
NEIT	Núcleo de Economia Industrial e Tecnologia
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
NOMENCLATURA.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Escopo.....	12
1.2. Objetivo.....	14
1.3. Estrutura do texto.....	14
2. METODOLOGIA.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1. O conceito de ética.....	18
3.2. A história da ética.....	19
3.2.1. Idade Antiga: 4000 a.C - 476 d.C.....	19
3.2.2. Idade Média: 476 d.C - 1453.....	20
3.2.3. Idade Moderna 1453 - 1789.....	20
3.2.4. Idade Contemporânea: 1789 - atualmente.....	21
3.3. Ética profissional.....	22
3.4. Código de ética profissional.....	23
3.4.1. Artigo 8º.....	25
3.4.2. Artigo 9º.....	26
3.4.3. Artigo 10º.....	26
3.4.4. Artigo 11º.....	27

3.4.5.	Artigo 12º	27
3.4.6.	Artigo 13º	27
3.4.7.	Artigo 14º	27
3.5.	Engenharia química	28
3.6.	Escopo do profissional da engenharia química.....	30
3.6.1.	Atividades e segmentos de atuação	32
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1.	Ética profissional da engenharia química	35
4.2.	Declaração dos princípios éticos.....	37
4.2.1.	Honestidade e integridade	38
4.2.2.	Respeito pela vida, pelo direito, pelo ambiente e pelo bem público	40
4.2.3.	Precisão e rigor	41
4.2.4.	Liderança e comunicação	42
4.3.	Como alcançar uma cultura mais ética?	44
4.3.1.	Liderança e responsabilidade.....	46
4.3.2.	Educação e formação.....	47
4.3.3.	Profissionalismo	47
4.3.4.	Engajamento e comunicação	47
4.3.5.	Governança e mensuração.....	47
4.4.	Formação de novos profissionais.....	50
4.4.1.	Técnica da controvérsia estruturada	52
4.4.2.	Estudo de caso	53
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
	ANEXOS	66

ANEXO I – Outros estudos de caso	66
I. Estudo 1: Modelos de crescimento de negócios em indústrias de engenharia dentro de um sistema econômico.	66
II. Estudo 2: Escolhendo uma carreira em Geoengenharia de Mudanças Climáticas.	68
III. Estudo 3: Poluição Industrial por um Oleoduto Envelhecido e seu Impacto nas Comunidades Locais	69
IV. Estudo 4: Painéis solares em um campo petrolífero do deserto.	71

1. INTRODUÇÃO

1.1. Escopo

Ao longo de toda a história, a interpretação sobre o conceito e o papel da ética sofreu diversas mudanças influenciadas, principalmente, pelo estilo de vida da sociedade. À medida em que a sociedade se desenvolve novas problemáticas surgem trazendo consigo diferentes questionamentos que dominam a discussão sobre os impasses da sociedade contemporânea.

É evidente que a automação industrial, por exemplo, oferece melhores níveis de produção e eficiência, mas tem o desemprego por consequência. A internet, que é extremamente presente no cotidiano de muitos, possibilitando a obtenção de informação e a conexão com pessoas de qualquer lugar do mundo ao passo de um clique traz inúmeros benefícios à sociedade, mas também é utilizada por muitos como uma fonte de divulgação de *fake news* ou, até mesmo, aplicação de golpes. Numa sociedade capitalista, empresas optam por soluções mais baratas às mais seguras ou, ainda, preferem pagar multas a agir com seriedade. Além dessas questões éticas, outras ainda mais evidentes são enfrentadas ao pensar em mudanças climáticas, corrupção, inclusão e diversidade na força de trabalho da engenharia (BOGLE; OCONE, 2022)

Com o objetivo de identificar o grau dos comportamentos éticos nas organizações e no cotidiano dos profissionais, uma pesquisa realizada em 2005 pelo CPDEC (Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Educação Continuada) juntamente ao NEIT (Núcleo de Economia Industrial e Tecnologia da UNICAMP), na qual 812 colaboradores de empresas públicas e privadas foram ouvidos, trazem dados significativos em um cenário no qual as discussões em torno da ética ganham destaque. Seus dados mostram que 76% das organizações possuem um código de ética próprio e que 66% das empresas disponibilizam uma ferramenta para reportes de condutas antiéticas de forma anônima. Mesmo assim, outro dado dessa pesquisa mostra que 92% dos colaboradores não reportariam condutas antiéticas pois pensam que a confidencialidade não será mantida (CPDEC, 2022).

Questões como essas reforçam a necessidade de se incorporar o conceito de ética nos mais diferentes setores, empresas públicas e privadas, universidades e órgãos governamentais, e,

principalmente na tomada de decisão dos profissionais da engenharia, haja visto que estes são muitas vezes os precursores do desenvolvimento e, também, pelo papel social que essa profissão possui frente a sociedade. A ética, assim como a engenharia, é uma disciplina prática e seu exercício encontra-se em constante discussão.

Os engenheiros possuem um papel fundamental para o bem-estar, desenvolvimento e para a sustentabilidade da sociedade. Especificando um pouco mais, a engenharia química continuamente reafirma a importância de seu papel a partir de uma longa jornada de desenvolvimento voltada à entrega de soluções em benefício da sociedade. Como profissionais de indústrias de alto risco, os engenheiros químicos devem buscar proporcionar benefícios a todos que utilizam de seus produtos e vivem ao redor dos mesmos, sem que sejam prejudicados ou colocados em risco.

Quando há mais de um século, em 1888, a profissão da engenharia química foi de fato estruturada e teve seu primeiro curso de graduação pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, Instituto de Tecnologia de Massachussetts), não se imaginava as inúmeras potencialidades deste profissional e, conseqüentemente, sua grande responsabilidade. Entretanto, ao longo da história, diversas tragédias como as de Bhopal, Piper Alpha e Flixborough, assim como outras explosões, vazamentos e incêndios que levaram à morte dezenas de pessoas ou a danos ambientais irreversíveis, tiveram grande influência na consciência atual da necessidade de se agir de forma ética e responsável (HACKITT, 2022).

Conforme afirmado por Bogle e Ocone (2022), ambos professores de engenharia química e membros do IChemE (*Institution of Chemical Engineers*, Instituição de Engenheiros Químicos), o modo como a ética é considerada na engenharia deve abandonar a abordagem convencional, apenas de reflexão acerca dos erros históricos, para focar em um olhar sistemático sobre o futuro, antecipando as conseqüências do trabalho exercido por esses profissionais.

A prática ética deve então permear a ação desses profissionais desde o início, ainda durante a formação, buscando incorporar à conduta profissional diária os deveres e direitos assegurados por lei e em consonância aos princípios éticos da profissão. Diante disso acredita-se, cada vez mais, na necessidade de fomentar a formação de novos profissionais sob a ótica dos princípios éticos, possibilitando maior compreensão acerca das ações éticas e condutas

antiéticas, bem como, suas consequências para toda a comunidade envolvida e, ainda, desenvolver a consciência e o raciocínio ético. Afinal, agindo com ética, os profissionais da engenharia terão sua função social reconhecida e respeitada pela sociedade.

1.2. Objetivo

O objetivo deste estudo é instruir a comunidade da engenharia química, por meio da elucidação dos princípios éticos que permeiam esta profissão. Busca-se, por meio deste, possibilitar a compreensão das ações e dos princípios éticos de forma aplicada às problemáticas que englobam o dia a dia de um engenheiro químico no exercício de sua profissão, minimizando assim possíveis impactos indesejados na sociedade e no meio ambiente, que podem ser causados a partir de desvios do comportamento esperado. Ademais, tem-se também como objetivo favorecer a formação ética de novos profissionais deste ramo, a partir da sugestão de uma ferramenta educacional que possa ser utilizada na promoção de uma formação mais atenta e alinhada aos princípios fundamentais da ética profissional.

1.3. Estrutura do texto

A estrutura deste trabalho foi definida buscando abordar os 3 principais pilares necessários para entendimento do tema e cumprimento do objetivo: levantamento dos princípios éticos, escopo e atuação do profissional da engenharia química e, unindo os dois pilares anteriores, princípios e ações éticas aplicados na engenharia química.

A revisão bibliográfica buscou abordar os dois primeiros pilares. Para o levantamento dos princípios éticos, primeiramente buscou-se explicar o conceito de ética, bem como a sua história, analisando as teorias de diferentes filósofos. Depois, foi introduzido o conceito de ética profissional, servindo como base para se tratar dos códigos de ética profissional. Ainda na revisão bibliográfica discorreu-se sobre a engenharia química, mostrando qual seu escopo, principais áreas de atuação e segmentos de mercado e, ainda, sobre quais são os principais dilemas enfrentados por esses profissionais na atualidade.

Com isso, no tópico “Resultados e Discussões” buscou-se realizar uma análise dos materiais já publicados e que contribuem com o entendimento e a aplicação dos conceitos éticos, no intuito de elucidar esses princípios aplicados na engenharia química, listando ações para alcançar o que se deseja: conscientização e alcance de uma cultura mais ética tanto dentro da comunidade de engenharia, como para a sociedade. Desta forma, enquanto a revisão bibliográfica aborda, em sua maioria, a ética e a engenharia separadamente colocando em pauta pontos importantes para o entendimento do tema, os resultados e discussões correlaciona a ética à engenharia. Ademais, foram propostos uma série de estudos de caso para uma análise mais aprofundada deste tema, fornecendo como proposta, a utilização deles como uma ferramenta destinada a formação dos futuros engenheiros químicos, em conformidade com as práticas éticas.

2. METODOLOGIA

Para Marconi e Lakatos (2003), o método permite alcançar um objetivo ao estabelecer e sistematizar uma série de atividades que possibilitam a definição e a delimitação de um caminho a ser seguido. Neste sentido, a metodologia aplicada neste instrumento consistiu primeiramente em uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa a partir do levantamento e da análise documental e bibliográfica, seguida de análises descritivas e, ainda, estudos de caso.

A pesquisa bibliográfica consiste no levantamento e estudo dos materiais já publicados sobre determinado tema, com olhar crítico ao se analisar o que já foi dito ou escrito sob novas perspectivas, buscando diferentes conclusões (MARCONI; LAKATOS, 2003). Para alcançar o objetivo deste trabalho, foram adotadas diferentes estratégias: a pesquisa exploratória, a análise descritiva e, ainda, o estudo de caso.

A pesquisa exploratória foi utilizada dada a necessidade de se aprimorar ideias e conceitos, fornecendo informação acerca dos critérios essenciais para entendimento do tema e focalizando na caracterização da situação (MALHOTRA, 2001). A análise descritiva, por sua vez, foi necessária para que se pudesse resumir, sumarizar e explorar por completo a bibliografia utilizada para que, posteriormente, fosse possível analisar o tema sob a ótica de problemáticas reais, a partir de estudos de caso. Para Yin (2001), o estudo de caso busca investigar um fenômeno dentro de seu contexto de vida real, principalmente quando os limites entre este fenômeno e o seu contexto não são claros, tendo como premissa o entendimento prévio das questões teóricas relacionadas.

A abordagem qualitativa utilizada nas estratégias acima buscou proporcionar uma compreensão do tema de forma profunda, sem a necessidade de se apoiar em informações estatísticas uma vez que se buscou entender os fatos e não os mensurar. Neste contexto, foram utilizadas principalmente fontes primárias para análise e levantamento de informações como artigos, teses, dissertações, livros, entre outros. Ressalta-se que para a seleção dos materiais aptos a serem usados como referência bibliográfica, foram considerados aqueles adequados ao caráter científico, utilizando-se de leituras de caráter exploratório, analítico e crítico para análise.

A pesquisa de revisão descrita neste instrumento teve como fontes principais livros e trabalhos de monografia sobre ética, documentos da Universidade Federal de São Carlos sobre o Projeto Pedagógico do curso de Engenharia Química, bem como, declarações e códigos de ética publicados pelo sistema CONFEA/CREA e pelo CRQ (Conselho Regional de Química). Também foram utilizados artigos, estudos e relatórios desenvolvidos pela IChemE (*Institution of Chemical Engineers*, Instituição de Engenheiros Químicos), uma instituição global de engenharia química, fundada em 1922, pelo Conselho de Engenharia, autoridade reguladora dos profissionais de engenharia do Reino Unido e, ainda, pela *Royal Academy of Engineering*, Academia Real de Engenharia, uma sociedade científica também do Reino Unido.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O conceito de ética

Apesar de ser um conceito, em geral, muito conhecido, complexa é sua explicação uma vez que a origem deste termo não se relaciona de forma exata ao que, atualmente, se entende por ética. As primeiras investigações sobre ética foram realizadas por Aristóteles e designadas como investigações sobre o *éthos*, ou seja, sobre as propriedades do caráter. Por outro lado, este termo foi traduzido do latim como *moralis*, significando usos e costumes. Tempos depois o termo *éthos*, da ética aristotélica, sofreu duas traduções: propriedade de caráter e costume. Filosoficamente, o termo *moralis* passou a ser empregado com o mesmo sentido atual de moral, enquanto tende-se a entender que “propriedade de caráter” nos orienta ao significado mais usual da palavra ética. Por muito tempo os dois termos, moral e ética, foram utilizados como equivalentes, até que o termo moral foi inserido no uso comum das línguas europeias, ao passo que o termo ética, não. Desta forma, ocupou-se a filosofia de dar ao mesmo um significado (TUGENDHAT, 1996).

Percebe-se que, tomando como base a origem da palavra ética, pouco se pode concluir. A nível epistemológico, na filosofia da ciência, a palavra ética foi reservada para a disciplina de uma reflexão de origem filosófica, diferente da moral, que gera questionamentos de origem teológicos, principalmente. Neste viés, pode ser dito que ética é o estudo e a reflexão crítica da moral (VALLS, 1994).

O dicionário Michaelis online define ética como o ramo da filosofia que, baseado nas normas entendidas universalmente que conduzem o comportamento da sociedade, busca refletir problemas fundamentais da moral como, por exemplo, os fundamentos da obrigação e do dever. Por extensão, o mesmo dicionário define como um conjunto de princípios, valores e normas morais e de conduta de um indivíduo ou de uma sociedade.

O questionamento que reverbera é o quão suscetível essa definição se torna ao considerar as mudanças nas tradições sociais, já que ao longo do tempo mudam-se os costumes, os valores, as normas concretas e até mesmo a sabedoria passada de um povo ao outro. Por mais que o

princípio fundamental do que é a ética se mantenha o mesmo, todas essas mudanças refletem, em certo ponto, no que é considerado ético. Com tudo isso, muitos pensadores da atualidade consideram o estudo da ética um dos mais difíceis e aquele em que o pensamento, tanto reflexivo quanto discursivo, está menos preparado, dado que uma boa teoria ética deve ser capaz de contemplar a universalidade, englobando as diferentes formações culturais e históricas (VALLS, 1994).

3.2. A história da ética

Questões éticas são intrínsecas à sociedade desde o início dos tempos. Justamente por se viver em sociedade, desejos e princípios individuais passam a ir ao encontro do que é coletivo gerando assim novas reflexões, conclusões e contestações, fazendo com que os contornos éticos de um povo se desenvolvam. Abaixo será resumido o que os pensadores entendiam por ética, em cada período da humanidade.

3.2.1. Idade Antiga: 4000 a.C - 476 d.C

Na Idade Antiga, as principais teorias éticas colocam a busca pela felicidade no centro das discussões éticas. Costuma-se dizer que a ética se originou a partir dos estudos de Sócrates, considerado o pai da Filosofia Moral. Para Sócrates, a ética tinha a felicidade como questão principal, sendo esta considerada o bem supremo da vida ou a finalidade da vida. Para ele, o conhecimento é a base do agir ético, de modo que o conhecimento do bem resulta na prática da virtude e o exercício da virtude traduz-se na felicidade dos homens. Sendo assim, plena felicidade era alcançada a partir da sabedoria, um valor supremo (ARANHA, 2000).

Para Platão, discípulo de Sócrates, a felicidade se relaciona com alcançar o bem e, somente por meio desta prática, seria possível conhecer a ética e a política. Para ele, questões morais não diziam respeito apenas ao indivíduo, mas às relações coletivas, cabendo então ao Estado a formação espiritual dos indivíduos.

Aristóteles, por sua vez, em sua teoria conhecida como eudemonismo, dizia que as atividades humanas convergem para algum bem, sendo a felicidade o maior deles. Essa felicidade não seria encontrada nos prazeres ou na riqueza, mas sim na razão e no exercício da atividade racional, não limitando-se apenas às reflexões, mas à ação consciente das práticas comportamentais, respeitando-se o livre arbítrio. A teoria pregada por Aristóteles influenciou fortemente o pensamento ocidental (ARANHA, 2000).

3.2.2. Idade Média: 476 d.C - 1453

A idade média foi um período fortemente marcado pela influência da Igreja Católica e suas doutrinas. Os principais filósofos desta época são Santo Agostinho, influenciado pela filosofia clássica, e São Tomás de Aquino, fundamentando-se na ética aristotélica. Ambos, de modo geral, acreditavam que a ética objetivava tornar os homens felizes, sendo esta felicidade alcançada apenas no encontro amoroso destes, com Deus (SILVA, 2022).

3.2.3. Idade Moderna 1453 - 1789

Aqui, o entendimento sobre a ética passa a se distanciar da influência cristã devido ao Renascimento, aproximando-se dos conceitos gregos. A ética passa então a basear-se na razão, definindo-se como o conjunto de normas e leis impostas pela sociedade. Influenciados pela ascensão da burguesia, os filósofos acreditavam que os conflitos entre indivíduo e sociedade podiam ser evitados somente pela ética.

Dois pensadores se destacam neste período. Nicolau Maquiavel, pensador renascentista, afirmava que os valores éticos deveriam servir de orientação aos príncipes e governantes, mas dizia também que, na realidade, para serem eficientes os governantes precisavam frequentemente utilizarem-se de meios não éticos. Isso justificava-se pelo pensamento de que, no quesito das relações sociais e políticas, a ética seria possível em sua completude apenas se houvesse igualdade entre homens e mulheres (SILVA, 2022).

Já para Immanuel Kant, pensador iluminista e da burguesia, o ideal ético relacionava-se ao ideal de autonomia individual e nas intenções do indivíduo ao realizar determinada ação, acentuando-se a liberdade moral. Kant acreditava na capacidade humana de criar regras para sua própria conduta e preocupava-se com os princípios do agir, considerando que as ações realizadas em boa vontade, de acordo e conforme o dever, são as que tornam o indivíduo um ser genuinamente moral. A ética kantiana fundamenta-se estritamente na razão, de modo que as regras morais só se traduzem na forma da lei e o respeito por esta lei traduz-se na obediência do homem à sua própria razão (MACEDO, 2012).

3.2.4. Idade Contemporânea: 1789 - atualmente

A Revolução Francesa (1789) foi um marco muito importante na história da humanidade, graças a mudança de pensamento que seus desdobramentos causaram. O pensamento racionalista, marcado pelos valores materiais e pelo imediatismo, se tornou predominante devido às descobertas científicas e avanços tecnológicos marcados pela industrialização, eletricidade e pela comunicação. Com todas essas mudanças, o que parecia ser bom para certa porção da sociedade causava problemas à outra parte, resultando em diferentes e novas discussões éticas.

Os filósofos deste período posicionavam-se contra a ética defendida por Kant, fundamentada na razão abstrata e intencional. Um deles, o filósofo Hegel, afirmava que “o Estado é a realidade efetiva da ideia ética” (VALLS, 1994). Hegel formulou a ideia da eticidade, afirmando que a liberdade se concretiza por meio das instituições sociais e históricas: Estado, sociedade civil e família. Para ele, moral e ética são conceitos distintos: moralidade é a autodeterminação das vontades e objetivos de um indivíduo enquanto a eticidade se traduz nesta vontade executada de forma adequada (MACEDO, 2012).

Neste sentido, Hegel defendia o seguinte princípio: toda escolha envolve renúncias e comprometimento, sendo estas escolhas o que precedem uma decisão, fazendo com que determinada vontade seja ou não executada. Além disso, essas escolhas são determinadas pelas circunstâncias históricas, tradições e costumes em que o sujeito está inserido e é nesta limitação social da liberdade em que as questões éticas estão inseridas. Aqui, a ética tem o papel de cuidar da mediação social da liberdade, ultrapassando as opiniões subjetivas, podendo ser

reconsiderada a depender das circunstâncias de uma situação, desde que ocorra de forma universalizável. Conclui-se a partir desta teoria que, a ética é concreta, material e, ainda, trata das vontades individuais inseridas num contexto de lei universal, que é sintetizada pela família, pela sociedade civil e principalmente pelo Estado - o principal mediador da liberdade individual - que define as formas corretas de agir (MACEDO, 2012).

Os estudos desenvolvidos por Hegel, trazem uma concepção moderna acerca da eticidade e da ideia de autoconsciência, que puderam ser formuladas de forma concreta ao passo que, para ele, a concretização destes ideais eleva a ética à esfera política. Atualmente novos e muitos problemas éticos circundam as instituições históricas e sociais representadas pela família, sociedade civil e Estado, e uma ética efetiva, concreta e justa, não deve ignorá-los (VALLS, 1994).

3.3. Ética profissional

Voltando agora o estudo para a atualidade, viver em uma sociedade não se trata apenas de usufruir dos direitos a todos garantidos, mas também de assumir deveres e responsabilidades referentes ao contexto em que se está inserido. Será considerada a ética aplicada uma ciência presente na regulamentação dos princípios e deveres a serem cumpridos pelos indivíduos nos mais diferentes ambientes, assegurando-se que o exercício individual da responsabilidade não privilegiará interesses individuais em detrimento de prejuízos sociais.

Sob este viés, a ética profissional representa uma porção da ética aplicada, destacando-se como um ramo que cuida dos fundamentos das práticas e relações laborais. Ao passo em que cada prática profissional se diferencia de acordo com a finalidade social, categoria, utilidade e lucratividade, as responsabilidades também se alteram, o que torna necessária a definição de regras éticas compatíveis com cada profissão (BITTAR, 2012).

Já o exercício de uma profissão pressupõe a divisão do trabalho em um conjunto ordenado de pessoas e é entendido como uma atividade pessoal desenvolvida de forma honrável, tanto a benefício próprio quanto social e em atenção à dignidade humana. Nalini (2014), registra que a profissão deve ser considerada uma atividade a serviço dos outros e, sob esta perspectiva,

verifica-se a necessidade de se conciliar interesses: o profissional deve se realizar ao passo em que garante que sua profissão atende ao bem comum.

Ainda nesta mesma ótica, Singer (2002) discorre sobre a necessidade de agir de modo a maximizar os interesses de todos os envolvidos: o contratante, o próprio profissional e toda a sociedade que poderá ser afetada. Para tanto, o raciocínio moral do profissional deve examinar todas as alternativas cabíveis, buscando desenvolvê-las de modo que as consequências sejam as melhores para todos os afetados.

Cumprir observar que a ética profissional deve estar alinhada a uma sociedade na qual o seu desenvolvimento fundamenta-se nas relações de consumo. Tais relações são intrínsecas ao dia a dia da sociedade, haja visto que a sociedade brasileira é capitalista, fazendo com que, de certo modo, o consumidor se encontre em uma posição de vulnerabilidade ao sistema e às condições impostas pelo fornecedor ou titular dos bens de serviço. Diante disso, cabe ao fornecedor ou titular dos bens de serviço, uma vez que estes assumem o papel de quem desenvolve a atividade da produção, a realização de suas atividades em conformidade com os preceitos éticos designados à respectiva categoria e assegurados ao consumidor (MATOS; ARAÚJO, 2017).

Diante do discorrido acima, é essencial a regulamentação das atividades profissionais de modo a moldar e a definir o que se espera de cada categoria profissional. Em suma, Sá (2009) define, portanto, a ética profissional como sendo a norma que comanda as relações de um profissional com seus colegas de profissão, clientes e sociedade, dadas as responsabilidades individuais e sociais que o mesmo assume.

Essas normas são compiladas por setor profissional, através dos Códigos de Ética Profissional, conforme será discorrido nos tópicos que se seguem.

3.4. Código de ética profissional

É clara a necessidade de se pautar a atuação dos profissionais de modo coerente às responsabilidades individuais e profissionais que cada profissão, ou conjunto de profissões,

exige. Sá (2009), definiu o código de ética como sendo uma espécie de contrato de classe no qual quem exerce a profissão passa a ser controlado por órgãos fiscalizadores.

Melhor dizendo, o código de ética é um conjunto de normas, condutas, leis, direitos e deveres, que servem como orientação diante do ambiente profissional e que devem ser respeitados por cada indivíduo no exercício de sua profissão. À vista disso, no Brasil, cada setor de trabalho, definido por um conjunto de profissões semelhantes, possui um código de ética diferente, bem como, um conselho que o fiscaliza (SANTOS, 2015).

No Brasil, foi regulamentado pelo Decreto Lei Nº 24.693, de 1934, o exercício da profissão de Químico, que diz que neste território tal profissão pode ser exercida por quem possuir diploma de químico industrial, químico industrial agrícola ou engenheiro químico. Sendo assim, os engenheiros químicos, além de serem reconhecidos como profissionais da engenharia, também são reconhecidos como profissionais da área da química. O currículo de um profissional da química diz respeito aos conhecimentos de química em caráter profissional, enquanto o do engenheiro químico se diferencia por incluir a este escopo conhecimentos relacionados a tecnologia, incluindo processos, operações, planejamento e projeto de equipamentos e instalações da indústria química e similares (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2009).

Com isso, a profissão do engenheiro químico pode ser regulamentada pelo Conselho Regional de Química, o CRQ, estando inclusa no Código de Ética dos Profissionais da Química, contido na Resolução Ordinária 927/70, do CFQ - Conselho Federal de Química. Mas, diferentemente da maioria das profissões, a engenharia química também é regulamentada pelo sistema CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) e CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia). Da mesma forma, o sistema CONFEA/CREA também possui um código de ética, sendo este o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia, que buscam definir o caráter social das atividades por eles contempladas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2009). Este último, será foco de maior detalhamento nos parágrafos que se seguem.

O Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia, estabelecido em 1971, atende ao que estabelece a Lei nº 5.194/1966 na

regulamentação do exercício das profissões supracitadas. Elaborado por lideranças profissionais, teve sua última atualização em 2002 através da Resolução 1002, de 26 de novembro deste mesmo ano, entrando em vigor em agosto de 2003, quando os Conselhos Profissionais, entidades representativas e instituições de ensino superior comprometeram-se em realizar uma forte campanha nacional para esclarecer e expor sobre os princípios éticos. (MACEDO, 2011).

Dividido em 8 capítulos e 14 artigos, para além da definição de direitos, deveres e condutas, o Código de Ética dedica-se à identidade das profissões e dos profissionais, dos perfis e dos objetivos destas, bem como, a promoção da valorização desses profissionais por meio da educação. De modo mais específico, os artigos primeiro ao sétimo tratam de especificar objetivos e conceitos importantes para compreensão do código, mostrando sua importância no que diz respeito à definição de condutas e comportamentos profissionais. A partir do oitavo artigo, o tema passa a ser tratado de forma mais prática. Observa-se abaixo, conforme os artigos retirados da décima terceira edição do Código de Ética Profissional (CÓDIGO DE ÉTICA PROFISSIONAL DA ENGENHARIA, DA AGRONOMIA, DA GEOLOGIA, DA GEOGRAFIA E DA METEOROLOGIA, 2022)

3.4.1. Artigo 8º

Trata dos princípios éticos nos quais a prática profissional é fundamentada, tais como:

- o objetivo da profissão;
- a natureza da profissão;
- a honradez da profissão;
- eficácia profissional;
- relacionamento profissional;
- intervenção profissional sobre o meio;
- liberdade e segurança profissionais.

Busca-se por meio deste artigo, contextualizar acerca do meio em que o profissional está inserido, reforçando-se a importância e relevância social da profissão e os compromissos em se cumprir as atividades profissionais de modo responsável, seguro, honesto e sustentável.

3.4.2. Artigo 9º

Expõe qual deve ser o comportamento do profissional, bem como o relacionamento interpessoal, mostrando como ele deve exercer sua profissão aos serviços dos demais. Assim, explicita quais são os deveres do profissional:

- ante o ser humanos e seus valores;
- ante a profissão;
- nas relações com clientes, empregadores, colaboradores;
- nas relações com os demais profissionais;
- ante o meio.

3.4.3. Artigo 10º

Retrata as condutas que são vedadas ao profissional, informando do que é considerado antiético e suscetível a punição. Divide-se igualmente ao artigo 9º mostrando condutas vedadas ao profissional:

- ante o ser humanos e seus valores;
- ante a profissão;
- nas relações com clientes, empregadores, colaboradores;
- nas relações com os demais profissionais;
- ante o meio.

3.4.4. Artigo 11º

O artigo 11º busca reconhecer os direitos coletivos universais próprios das profissões, modalidades e suas especializações, no que tange a associação em corporação profissionais, reconhecimento legal e representação institucional.

3.4.5. Artigo 12º

Por sua vez, este artigo reconhece os direitos individuais universais inerentes ao profissional, em pleno exercício da profissão. Em suma, esses direitos retratam liberdade de escolha de especialização, justa remuneração, interrupção do trabalho ao julgar-se incompatível à sua função, proteção de sua propriedade intelectual, competição honesta no mercado de trabalho, entre outros.

3.4.6. Artigo 13º

Discorre quanto ao que constitui uma infração ética: ato cometido pelo profissional que vá contra os princípios éticos, descumpra deveres, pratique condutas proibidas ou lese os direitos.

3.4.7. Artigo 14º

Por fim, estabelece que o tipo de infração ética a nível de processo disciplinar será definido de acordo com o Código de Ética Profissional, conforme determinação legal.

Além da proclamação do Código de Ética, a décima terceira edição deste documento conta com mais duas resoluções. A Resolução nº 1004, do ano de 2003, que aprova o regulamento de condução dos processos éticos disciplinares e, ainda, estabelece procedimentos para instrução e julgamento dos processos administrativos e aplicação das penalidades relacionadas às infrações

ao Código anunciado. E, também, a Resolução nº 1090, de maio de 2017, que delibera sobre os procedimentos para reabilitação do profissional ou para o cancelamento do registro do mesmo em casos de má conduta ou crime infamante.

Tendo em vista o trabalho realizado pelo CONFEA, juntamente aos CREA's, é esperado que o Código de Ética Profissional, um documento de caráter universal e atemporal, sirva como um instrumento fundamental para os profissionais da engenharia, agronomia, geografia, geologia e meteorologia e, ainda, que sua disseminação colabore com o reconhecimento e valorização social destas profissões pela sociedade (KRÜGER, 2020).

3.5. Engenharia química

Intitulada por muitos como a engenharia universal, a engenharia química em sua concepção é reconhecida por sua aptidão no uso da química para solucionar uma vasta quantidade de problemas. A engenharia química é explicada também como a engenharia que faz uso das ciências básicas para transformar matérias-primas em produtos de maior valor agregado. Neste sentido, a razão pela qual essa engenharia é conhecida como a engenharia universal é o fato de a mesma apropriar-se de conceitos, métodos e técnicas derivadas da química, matemática, biologia e física para geração de valor, fato este que também eleva a flexibilidade do profissional atuante nesta área (MELO JR, 2005).

De acordo com Peppas (2008), a indústria química no final do século XIX, em constante desenvolvimento e avanços científicos nas universidades, estava no centro do mundo industrial. Em 1825, foi construído por Justus von Liebig (1803-1873), químico e inventor alemão, na Universidade de Giessen (Alemanha) um laboratório de química, responsável pela educação de grandes e importantes cientistas. Havia, por parte desses cientistas, um interesse grandioso pelo desenvolvimento e aplicação de novas metodologias de produção de químicos no desenvolvimento de produtos e processos químicos. Todavia, neste período de Revolução Industrial no qual taxas de lucratividade cresciam, a preocupação com as condições de trabalho e com o meio ambiente deixava de ser relevante até que em 1848, houve uma tentativa de revisão

dos processos industriais, já estabelecidos, em processos mais eficientes e seguros. Daí, ao fim do século XIX, surgia o campo da engenharia química (PEPPAS, 2008).

Embora houvesse grande desenvolvimento nas indústrias e universidades alemãs, a formação em engenharia química ainda não era considerada formal, de tal forma que o estudo específico, como operação de colunas de destilação, filtração entre outros, era apenas constituinte das escolas técnicas e não das universidades. Neste cenário, o primeiro curso de engenharia química foi oferecido na Inglaterra por George E. Davis (1850- 1906), um inspetor de álcali, com a intenção de repassar aos estudantes seu conhecimento conquistado durante seu trabalho de inspeção em plantas químicas industriais. Todo conhecimento adquirido por Davis, foi pauta de um conjunto de 12 palestras acerca dos processos químicos industriais da Alemanha, a mais avançada no mundo naquela época, que foram publicadas no *Chemical Trade Journal* servindo, posteriormente, como referência para Lewis M. Norton (1855-1893) do departamento de química do MIT que, em 1888, ofereceu novamente o curso de engenharia química, desta vez em um currículo de quatro anos (PEPPAS, 2008).

A partir deste momento, o estudo da engenharia química passou a difundir-se: Davis publicou o *“Handbook of Chemical Engineering”* em 1901, trazendo o conceito de operações unitárias, termo que viria a ser cunhado em 1915 por Arthur D. Little, do MIT. Para estes autores os processos químicos podiam ser analisados de acordo com as operações neles utilizadas, tais como: cristalização, extração, filtração e destilação. A estes processos é que se dá o nome de operações unitárias, um tema fundamental no estudo da engenharia química até os dias de hoje. Ademais, foi Davis o responsável por consagrar a engenharia química como um ramo da engenharia que buscava resolver as adversidades da indústria química, tornando-se conhecido por muitos como o “pai da engenharia química” (PEPPAS, 2008).

Apesar do período de ascensão em que a indústria química e a engenharia química encontravam-se muito ainda era discutido sobre a atuação do engenheiro químico e do químico.

3.6. Escopo do profissional da engenharia química

Na década de 1900 surgiram discussões acerca da relação entre a química e a engenharia química. Dada a controvérsia, foi criado um grupo composto por 12 químicos e engenheiros químicos com objetivo de determinar o futuro de cada uma das profissões. Entretanto, após objeções de que a *American Chemical Society* (ACS) já contemplava as demandas dos químicos industriais, um comitê formado pelos engenheiros químicos buscou formar uma organização dedicada às necessidades da engenharia química. Surgiu assim, em 1908, o AIChE - *American Institute of Chemical Engineers*, Instituto Americano de Engenheiros Químicos - focado em elevar a situação e a reputação profissional dos engenheiros químicos (PEPPAS, 2008)

De acordo com Peppas (2008), muito era discutido naquela época pelo AIChE sobre formação de engenheiros químicos, quando Whitaker, um prestigioso professor de engenharia química, explicou que o profissional da engenharia química exercia sua função no gerenciamento e operação de projetos e processos designados à formação de uma indústria de transformação de bens. Para Whitaker, a formação deste profissional deveria ser completa nas disciplinas de química, física e matemática, com ênfase nos métodos e equipamentos de engenharia, de modo a diferenciar-se da formação do químico industrial. De acordo com a classificação de Whitaker o engenheiro químico aprenderia sobre os processos químicos e as operações unitárias, seguindo a seguinte classificação entre as disciplinas que deveriam ser lecionadas:

- formação fundamental: química, física e matemática;
- formação associada: engenharia elétrica, mecânica, civil e economia empresarial;
- formação complementar: cursos de laboratório e administração (PEPPAS, 2008).

Diante disso, o estudo da engenharia química foi se desenvolvendo de modo que primeiramente focava-se nas operações unitárias, seguindo para termodinâmica aplicada, engenharia das reações químicas, matemática aplicada e ciência da computação. Com o avanço da tecnologia e a necessidade de aperfeiçoamento contínuo, em 1970 percebeu-se que os engenheiros químicos poderiam favorecer significativamente as ciências dos materiais e as ciências bioquímicas e biomédicas, de tal forma que, atualmente esses profissionais são

capacitados e lideram o desenvolvimento da sustentabilidade, materiais de alto desempenho e nanotecnologia (PEPPAS, 2008).

Após mais de um século desde a concepção da engenharia química, seus conceitos fundamentais se mantiveram preservados, ao passo em que evoluiu de forma sistemática, agregando muitas outras potencialidades à profissão. Atualmente, os engenheiros químicos são polivalentes e interdisciplinares no exercício de sua profissão: estudam desde os metabolismos de células, materiais multifuncionais e biodegradáveis, desenvolvem tecnologias cada vez mais limpas, realizam pesquisas científicas em escalas nano e micro de matéria e, ainda, zelam pela satisfação plena dos clientes (MELO JR, 2005).

Deste modo, o engenheiro químico é um profissional apto a trabalhar em praticamente todo o ciclo do processo, desde a definição dos processos de produção, incluindo recursos materiais e maquinário, desenvolvendo processos de segurança, de estocagem e de movimentação de matérias-primas. É capaz de planejar e supervisionar as operações e os processos numa planta industrial, ao passo em que também define e planeja os programas de reciclagem de lixo, controle de poluição e tratamento de água e esgotos. Além disso, durante sua formação, o profissional da engenharia química também se capacita para trabalhar na criação de novos produtos e tecnologias, aplica em larga escala as experiências e soluções desenvolvidas em laboratório.

Neste sentido, de acordo com o Projeto Pedagógico do curso de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a engenharia química contempla conteúdos específicos, tais como:

- balanços de massa e energia;
- desenvolvimento de processos químicos;
- análise e simulação de processos químicos e bioquímicos;
- instrumentação e controle de processos químicos contínuos e em batelada;
- síntese de produtos da indústria química;
- projeto de processos e projeto de instalações químicas;
- análise, gestão e controle ambiental (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2009).

3.6.1. Atividades e segmentos de atuação

Com tamanho escopo profissional, o engenheiro químico pode atuar e é cada vez mais requisitado em uma vasta gama de áreas e segmentos. Considerando-se a engenharia química uma profissão da engenharia e da química, o Projeto Pedagógico designa diversas atividades para o exercício dessa profissão. Seguem, abaixo, algumas delas:

- Análise química, químico-biológica, físico-química, toxicológica e legal, padronização e controle de qualidade;
- Assessoria, consultoria, elaboração de orçamentos e comercialização;
- Execução de instalação, reparo e manutenção, montagem, operação;
- Condução e controle processos e operações industriais;
- Supervisão, programação, coordenação e responsabilidade técnica;
- Direção, execução de obra e serviço técnico;
- Ensaio e pesquisas em geral. Pesquisa e desenvolvimento de métodos, produtos e processos;
- Ensino, análise, ensaio e divulgação técnica, pesquisa e experimentação
- Estudo de viabilidade técnica e técnico-econômica;
- Estudo e planejamento, projeto e especificação de equipamentos e instalações industriais;
- Execução de desenho técnico;
- Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- Tratamento físico, químico e biológico de produtos e resíduos;
- Vistoria, avaliações, perícia, elaboração de pareceres, laudos e atestados (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2009).

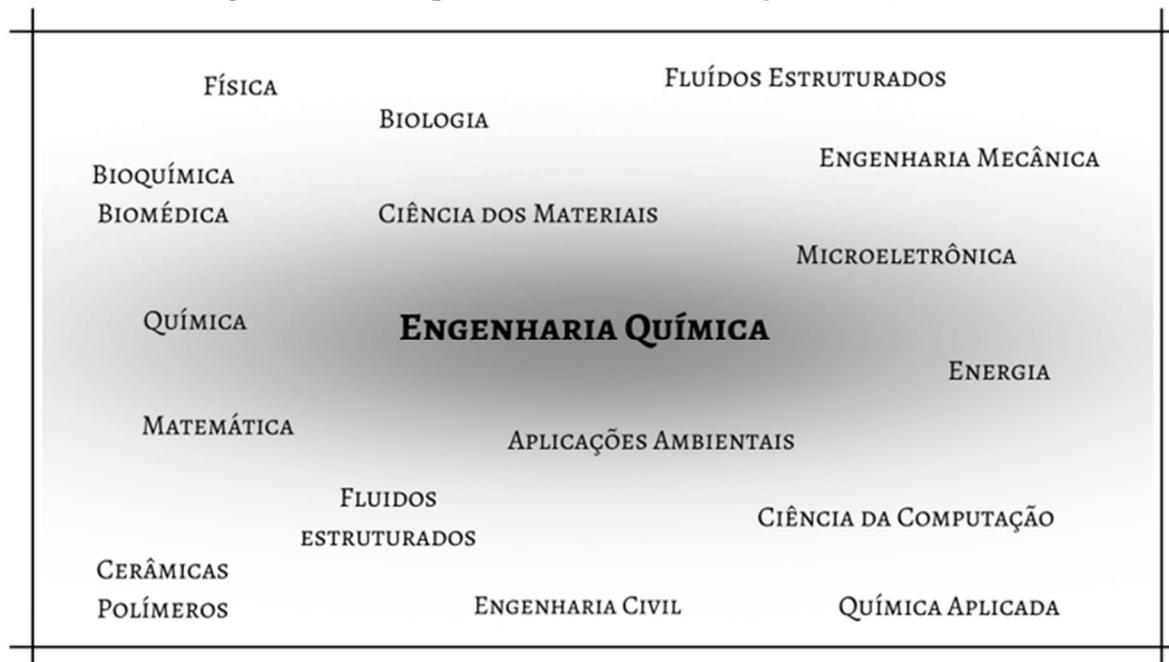
As atividades supramencionadas nos últimos anos são, cada vez mais, executadas nas mais diferentes áreas de atuação, dado o contexto marcado pelos avanços tecnológicos, bem como, a demanda por um desenvolvimento guiado pela sustentabilidade. Desta forma, o Departamento enumera também alguns dos setores industriais nos quais há atuação do engenheiro químico:

- Indústrias de produtos químicos;
- Indústrias de transformação de materiais;
- Indústrias de materiais e tecnologias de ponta;
- Indústria petroquímica;
- Indústrias alimentícia;
- Indústrias farmacêuticas;
- Universidades e institutos de pesquisa;
- Empresas de consultoria e projetos (DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2022).

Ainda neste mesmo viés, Melo Jr (2005) amplifica a visão dos setores e áreas de atuação, incluindo ao supracitado as atividades de pesquisa em microeletrônica, a atuação em sistemas biológicos e biotecnológicos, desenvolvimento de bioprocessos, entre outros. Outrossim, a crescente preocupação e criação de leis e protocolos para remediar os impactos da indústria química sobre o meio ambiente coloca em pauta a necessidade, ainda maior, de aperfeiçoamento e formação desses profissionais baseando-se na chamada Engenharia Verde: fundamentada em processos industriais mais eficientes, auto-sustentáveis e energeticamente integrados.

Por fim, o surgimento de indústrias nos campos da microeletrônica, microbiologia, biotecnologia, biomédica, entre outras, oportuniza a interação do engenheiro químico com os profissionais de outras engenharias e profissões relacionadas na Figura 1. Vale ressaltar que, desta forma, a engenharia química não busca substituir essas outras profissões, mas sim buscar um trabalho de cooperação e parceria, principalmente, entre os que conduzem atividades de pesquisa básica e aplicada (MELO JR, 2005).

Figura 1. Áreas e profissões correlatas a Engenharia Química.



Fonte: Adaptado de Melo Jr. (2005).

Percebe-se, então, o quão extenso é o campo de atuação do engenheiro químico principalmente nos tempos atuais. Após a sua formação, este profissional pode especializar-se em diversos segmentos e linhas de estudo, como fabricação de celulose, borracha, inseticidas, tintas, açúcar e álcool, corantes, derivados do petróleo, medicamentos e bebidas. Somando-se a isso, questões relacionadas ao meio ambiente, segurança e higiene industrial seguem um desenvolvimento evidente, o que torna indispensável a presença e atuação dos engenheiros químicos para adequação das empresas de acordo com as legislações e normas vigentes, como mandam os órgãos governamentais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Ética profissional da engenharia química

Com base no tópico anterior, é possível perceber que as situações enfrentadas pelos profissionais da engenharia química se dão, muitas vezes, em ambientes de tensão envolvendo a busca pelo equilíbrio entre rentabilidade, sustentabilidade e segurança. É notável que os engenheiros químicos, e demais profissionais da engenharia, buscam em seu cotidiano serem assertivos em suas decisões e projetos, haja vista a responsabilidade social e ambiental que possuem.

Infelizmente, mesmo com a criação de procedimentos e metodologias que favorecem o agir responsável e seguro, houve a ocorrência de alguns acidentes graves que trouxeram grandes consequências. Um exemplo disso é o grande desastre ocorrido em Bhopal, na Índia, no ano de 1984, onde um vazamento de isocianato de metila levou milhares de pessoas da comunidade circundante à morte e a graves ferimentos. Foi constatado que a fábrica operava seguindo aos padrões de segurança locais ao invés dos padrões de segurança de outros locais de operação da mesma fábrica sendo, esses últimos, padrões mais elevados. Deste caso, ficam algumas dúvidas: o padrão local não foi suficientemente seguro? Se fosse seguido o padrão de outro local, o acidente poderia ter sido evitado? Os engenheiros responsáveis e a alta gerência da empresa estavam sendo responsáveis em suas funções e, portanto, éticos? Situações como essa precisam servir como alerta e como um ponto de partida para que a reflexão sobre a ética na engenharia focalize seus esforços no futuro, evitando que outras situações desastrosas desse tipo aconteçam, à medida em que se busca antecipar as consequências do trabalho hoje realizado (BOGLE; OCONE, 2022).

Os engenheiros representam grande parte das pessoas empregadas por empresas que se envolvem em discussões de alto perfil. Segundo o Índice de Veracidade Ipsos MORI do ano de 2021, dado exposto no Relatório *“Engineering Ethics: Maintaining society’s trust in the engineering profession”*, traduzido como: *“Ética de Engenharia: Mantendo a confiança da sociedade na profissão de engenheiro”*, desenvolvido pela Academia Real de Engenharia, cerca de 84% da população enxerga a engenharia como uma profissão confiável, sendo a sexta

profissão mais confiável no Reino Unido. Entretanto, apesar de ser uma profissão positivamente vista pela sociedade, o conhecimento público sobre engenharia ainda é muito restrito, de modo que a sociedade possui uma consciência limitada acerca da atuação dos engenheiros e da engenharia, segundo relatório de 2015 da *Engineers Canada* (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2022).

Nos últimos anos, discussões sobre ética têm ganhado destaque tanto na comunidade empresarial, quanto na comunidade acadêmica. Em 2003, a Academia Real de Engenharia e o Conselho de Engenharia publicaram a Declaração de Princípios Éticos, além de estabelecerem um Grupo de Referência em Ética em Engenharia voltado ao desenvolvimento de ações que promovam o comportamento ético a nível estratégico. Como resultado, o Grupo publicou em fevereiro de 2022 um relatório propondo uma série de ações que, quando postas em prática, aumentarão a conscientização relacionada às questões éticas na profissão, melhorando também a capacidade dos engenheiros de lidar e denunciar más condutas (BOGLE; OCONE, 2022).

Ademais, com o objetivo de fomentar a formação ética para os novos profissionais da engenharia, o Conselho dos Professores de Engenharia (do inglês, *Engineering Professors Council* – EPC) criaram 12 estudos de casos, já como um dos desdobramentos do relatório “Ética de Engenharia” da Academia Real de Engenharia. Os estudos de casos foram divididos de acordo com as engenharias envolvidas em sua problemática e estão disponíveis para ampla consulta, constando ainda, direcionamentos aos professores para que melhor disponham do conteúdo em sala de aula. Os documentos e relatórios supracitados, serão foco dos tópicos que se seguem.

Neste estágio do presente trabalho de graduação, surgiram dois encaminhamentos possíveis: a análise de um estudo de caso buscando alcançar conclusões ou a apresentação de uma série de estudos de caso como parte de uma metodologia a ser utilizada durante a formação de engenheiros químicos. Uma vez que analisar um estudo de caso sobre ética envolveria a necessidade de entrar a fundo em disciplinas não correlatas como sociologia, filosofia, contextos socioeconômicos, dentre outras, amplificando assim o foco da discussão, optou-se pela segunda opção. Desta forma, ao final deste capítulo serão apresentados alguns estudos de caso, como um

material de apoio a ser utilizado principalmente nas universidades, durante a formação desses profissionais.

4.2. Declaração dos princípios éticos

A Declaração dos Princípios Éticos é um documento desenvolvido pelo Conselho de Engenharia, juntamente com a Academia Real de Engenharia, ambas instituições que desenvolvem um trabalho notável no Reino Unido, publicado pela primeira vez em 2005 e revisado em 2014. A Conselho de Engenharia é o órgão regulador da engenharia no Reino Unido, tendo como função definir e manter padrões reconhecidos em caráter universal de compromisso e competência profissionais. Além disso, também publica orientações precisas acerca de importantes temas relacionados ao cotidiano do profissional de engenharia, tais como: segurança, riscos, sustentabilidade e denúncias (ENGINEERING COUNCIL *et al.*, 2017).

Por sua vez, a Academia Real de Engenharia, já anteriormente citada neste instrumento, é uma academia focada em melhorar a compreensão e a confiança que a sociedade tem na engenharia. Assumindo um papel de liderança no ensino de engenharia do Reino Unido e reunindo os engenheiros mais bem sucedidos, a academia investe e promove pesquisas de classe mundial para sustentar a inovação, com o intuito de promover excelência em engenharia (ENGINEERING COUNCIL *et al.*, 2017).

Neste contexto, embora exerçam papéis diferentes para com a sociedade, mas cientes do compromisso com os padrões profissionais e éticos, o Conselho de Engenharia e a Academia Real de Engenharia criaram a Declaração dos Princípios Éticos. Este documento identifica os padrões éticos comuns com os quais todos os engenheiros devem se comprometer e tem o intuito de conscientizar e suportar tais profissionais no desenvolvimento das habilidades éticas e na capacidade de tomar decisões reconhecendo tais implicações éticas.

A competência profissional de um engenheiro químico é formada pelo conjunto de habilidades e conhecimentos relacionados à matemática, física, operações unitárias, cinética das reações químicas, dentre muitos outros, mas também por alguns outros elementos chaves relacionados à habilidade e a capacidade de identificar as diversas questões éticas enfrentadas

no dia a dia, analisando essas preocupações e antecipando outras questões éticas subjacentes com o intuito de responder eficazmente a estes casos. E é neste contexto que se firma a intenção de tratar a ética e suas considerações como algo inerente à tomada de decisão e ao perfil do profissional e não uma demanda extra a ser considerada. Sendo assim, a Declaração dos Princípios Éticos descreve as seguintes responsabilidades como princípios norteadores que sustentam o comportamento ético do engenheiro:

- honestidade e integridade;
- respeito pela vida, pelo direito, pelo ambiente e pelo bem público;
- precisão e rigor;
- liderança e comunicação (ENGINEERING COUNCIL *et al.*, 2017).

Estes quatro princípios se complementam, abordando temas relacionados ao exercício prático da profissão e a Declaração é o resultado de um trabalho de ampla consulta dentro da engenharia, junto a outros profissionais especializados em ética aplicada. Abaixo, cada um desses princípios será tratado detalhadamente.

4.2.1. Honestidade e integridade

Para o *Engineering Council et al.* (2017), este é o primeiro princípio fundamental para a profissão da engenharia e relaciona-se ao dever de entregar os mais altos padrões de conduta profissional, agindo de forma transparente, justa, honesta e íntegra. Assim, são deveres do profissional:

- agir de maneira confiável;
- atentar-se às implicações que seu trabalho possui sobre os demais indivíduos, respeitando a privacidade, direitos e reputação dos mesmos;
- respeitar a confidencialidade;
- declarar conflitos de interesse;
- evitar fraudes;
- agir preventivamente ou denunciar práticas de má conduta profissional ou corruptas;

- rejeitar subornos e influências inapropriadas.

Mesmo sendo conceitos diferentes, pode-se influir que honestidade e integridade caminham juntas, se complementam. Dificilmente o indivíduo considerado desonesto será íntegro e vice-versa. A honestidade relaciona-se a qualidade do indivíduo de ser verdadeiro, ou seja, de falar a verdade, não omitir e não dissimular, podendo ser traduzida também como obediência às regras morais. Por sua vez, a integridade é sinônimo de retidão, imparcialidade, característica de uma atividade de moral plena e de um cidadão incorruptível (SIGNIFICADOS, 2022).

Sendo assim, considerando o trabalho em prol da sociedade que o engenheiro realiza, espera-se que o mesmo haja de maneira confiável ao fornecer informações completas e precisas aos demais profissionais e a sociedade, reconhecendo as consequências que suas ações e condutas possuem sobre determinados grupos, prezando sempre por seus direitos. O profissional também deve se atentar à necessidade de se manter a confidencialidade, uma vez que ela seja necessária. Agindo de modo íntegro e honesto, os conflitos de interesse devem ser evitados, mas, num cenário onde isso não seja possível, deverão ser declarados de forma clara e transparente, com base em seus próprios princípios. Indispensável, mas não suficiente, é dever do engenheiro não somente evitar fraudes e rejeitar subornos, mas tomar medidas preventivas e denunciar quaisquer práticas corruptas ou profissionais agindo de acordo com uma má conduta (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2011),

Na prática, essas ações podem ser desafiadas quando, por exemplo, um engenheiro trabalhando em uma renomada empresa estatal busca favorecer injustamente algum familiar em um processo de licitação e cotação para um novo projeto, ou ainda quando o profissional divulga informações confidenciais da empresa em que trabalhava anteriormente, para sua empresa atual na expectativa de ser beneficiado por tal ação. Ao contrário destas ações o agir honesto e íntegro relaciona-se ao agir eticamente, mesmo quando não há vantagens pessoais neste modo de agir.

4.2.2. Respeito pela vida, pelo direito, pelo ambiente e pelo bem público

O segundo princípio declarado afirma que os profissionais da engenharia devem obedecer às leis e regulamentos, considerando e dando o devido valor aos fatos, leis, normas e orientações e à ampla opinião pública. Traduzindo em ações, para o Conselho de Engenharia e a Academia Real de Engenharia, é dever do profissional:

- prezar pela saúde e segurança dos demais, alertando-os dos perigos;
- garantir que seu trabalho seja executado de maneira legal e justificada;
- dar a devida importância a segurança física e cibernética, bem como, a proteção de dados;
- proteger e buscar, sempre que possível, melhorar a qualidade de ambientes naturais e das construções;
- maximizar os bens públicos, minimizando efeitos contrários reais e potenciais para as gerações atuais e futuras;
- tem ciência e levar em consideração a disponibilidade limitadas dos recursos naturais;
- defender e prezar pela reputação da profissão (ENGINEERING COUNCIL *et al.*, 2017).

Diversas discussões em torno da ética na engenharia se relacionam com a análise de grandes desastres. Michael Davis, um líder ético, ao analisar a investigação do desastre do ônibus espacial Challenger, um acidente fatal no qual o ônibus espacial partiu em pouco mais de um minuto de voo, matando todos os tripulantes a bordo, se perguntou o que significava pensar como um engenheiro. Em sua conclusão explicou que o princípio de garantir a segurança de todos é extremamente central na engenharia, de tal forma que segui-lo contempla e exige parte majoritária do que é pensar e agir como engenheiro (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2011).

Toda a sociedade, envolvendo os mais diversos grupos, instituições e níveis de formação tem o dever de se responsabilizar pela vida, pelo ambiente e pelo bem público. Entretanto, faz parte da responsabilidade profissional do engenheiro protegê-los e defendê-los, não limitando-se à saúde e segurança, mas ao respeito pelos direitos e pela lei, ao respeito e proteção ao meio ambiente.

É provável que este seja o princípio mais amplo dentre os quatro princípios contidos na Declaração e, por consequência, é o que melhor define os dilemas éticos associados a engenharia. O conceito de saúde e de segurança, o nível exigido de proteção de dados, o entendimento do que é considerado um trabalho exercido legalmente e de forma justificada, a consciência de que recursos naturais são limitados, são conceitos e temas que sofrem variações ao longo dos anos, do contexto social, da cultura local e, ainda, das expectativas sociais e políticas (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2011).

A título de exemplo, cita-se a crescente preocupação ambiental que, apesar de existir há décadas de anos, nunca foi um assunto tão colocado em pauta como nos dias atuais. Nesta corrida pela sustentabilidade, e de acordo com a Declaração dos Princípios Éticos, o dever de minimizar e prever efeitos contrários e indesejados para as gerações atuais e futuras implica que a classe da engenharia, ciente de sua responsabilidade e visibilidade social, desenvolva um papel protagonista no desenvolvimento de novas tecnologias e processos mais eficientes e integrados.

4.2.3. Precisão e rigor

O princípio da precisão e do rigor enuncia que os profissionais de engenharia devem adquirir e aplicar com sabedoria e fidelidade os conhecimentos e competências fundamentais para desempenharem seu papel. Assim, devem:

- agir sempre com cautela;
- realizar serviços apenas quando em áreas sob supervisão competente;
- manter atualizados seus conhecimentos e habilidades;
- contribuir para com o desenvolvimento de conhecimento, principalmente em engenharia;
- apresentar e revisar teorias e evidências, interpretando-as de forma honesta, precisa, sem viés, respeitando diversos pontos de vistas fundamentados;
- identificar, avaliar, quantificar, mitigar e gerenciar riscos diversos;
- não, conscientemente, enganar ou permitir que terceiros sejam enganados (ENGINEERING COUNCIL *et al.*, 2017).

No sentido declarado pelo *Engineering Council et al.* (2017) agindo com precisão e atenção os profissionais da engenharia poderão fornecer e garantir melhores soluções. Em contrapartida, fica ainda mais evidente a importância desta orientação ao pensar que imprecisões e descuidos, mesmo que pequenos e discretos, são muitas vezes os responsáveis por falhas e acidentes graves.

Neste mesmo viés, exige-se do profissional honestidade acerca de seus conhecimentos e capacidades. O profissional que utiliza das suas habilidades de forma especializada, contribui significativamente com a sociedade. Num momento de constante modernização e conectividade, é comum que esses profissionais se deparem com projetos nos quais as habilidades e competências necessárias sejam totalmente novas, exigindo metodologias ainda não testadas. Daí, o dever de garantir o gerenciamento dos riscos, agindo sempre de modo a mitigá-los.

4.2.4. Liderança e comunicação

Por fim, o quarto princípio da Declaração dos Princípios Éticos para a profissão da engenharia discorre sobre o dever que esses profissionais têm de respeitar e promover os mais altos padrões de liderança e comunicação durante a exploração e gestão da tecnologia. Para alcançar isso, devem:

- promover igualdade, diversidade e inclusão;
- estar ciente das problemáticas que a engenharia levanta para a sociedade;
- ouvir aspirações e preocupações dos demais;
- promover e estimular a compreensão dos impactos e benefícios, bem como, a conscientização da sociedade quanto aos projetos e feitos da engenharia;
- realizar declarações objetivas e verdadeiras durante o exercício da profissão;
- contestar declarações e políticas que lhe causarem preocupações enquanto profissional (ENGINEERING COUNCIL *et al.*, 2017).

Reforçando o compromisso do engenheiro em servir a sociedade e ser empático às preocupações públicas, uma vez que possuem uma posição de privilégio e confiança dentro da

estrutura da sociedade, este tópico não se refere apenas às responsabilidades dos engenheiros em caráter individual, mas sim da classe toda, num papel de exercer uma liderança responsável, ouvir e se envolver com o público. A título de exemplo, por mais aceitável que seja o desejo de um engenheiro em não envolver-se em debates políticos, o mais ético seria que, em se tratando de questões relacionadas a mudanças climáticas, proteção de dados e segurança, este profissional se junte ao restante da classe para responder a essas questões políticas em alto nível. Aqui, vale reforçar ainda que todos os deveres elencados acima, envolvem comunicação transparente e objetiva, com a necessidade do profissional de tornar-se claro a todos os níveis da sociedade, sendo assim, efetiva em todos os níveis sociais.

Ao publicarem a Declaração dos Princípios Éticos, o *Engineering Council* e a *Royal Academy of Engineering* fornecem grande contribuição a este tema da atualidade. De caráter educativo e consultivo, a Declaração, que não possui valor legal, auxilia na educação de profissionais do ramo das engenharias, desde o aluno até o engenheiro sênior, incentivando o pensamento e a ação baseados nas mais adequadas condutas, ao passo que desafiam o comportamento antiético. Desta forma, este papel educativo não deve se reservar às universidades e demais instituições de ensino, mas também aos empregadores e às empresas para que, para além de fornecer a informação, possam exigí-las buscando os mais altos padrões de governança.

Mesmo com a divulgação de materiais como esta Declaração, e investimento em educação, envolver-se em questões éticas não é uma tarefa fácil. É um difícil e longo caminho que requer do indivíduo consciência, raciocínio, firmeza, bem como, a capacidade de examinar e avaliar criticamente suas opiniões, tomando decisões conscientes. Esse tipo de capacidade, entretanto, não é desenvolvido apenas com o estudo da teoria, por exemplo, mas sim com a prática do exercício da profissão. Já este desenvolvimento pessoal, além de necessário, fortalece a confiança do profissional para consigo mesmo, para com seus colegas de trabalho e para com a sociedade (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2011).

Não obstante do reconhecimento do valor e necessidade da Declaração dos Princípios Éticos, frente a sociedade é necessário fazer ainda mais para alcançar uma relação de maior confiança e num mundo em constante evolução e desenvolvimento, as expectativas da sociedade

em relação aos profissionais também mudam constantemente. Inclui-se, cada vez mais ao que é esperado não só do engenheiro, mas de todos os demais profissionais, abordagens focadas em diversidade, inclusão e sustentabilidade e, para que o nível de confiança da sociedade seja mantido, cabe ao profissional a reflexão, revisão e aprimoramento de seus conhecimentos, valores pessoais e treinamentos.

Neste sentido, com base da Declaração dos Princípios Éticos, o Conselho de Engenharia e a Academia Real de Engenharia, estabeleceram um Grupo de Referência em Ética na Engenharia que, em nível estratégico, tem o objetivo de aconselhar e orientar a profissão no desenvolvimento de uma cultura de comportamentos e condutas éticas na profissão. O capítulo que se segue aborda este tema.

4.3. Como alcançar uma cultura mais ética?

O Grupo de Referência em Ética na Engenharia, em fevereiro de 2022, desenvolveu o relatório “Engenharia ética: Mantendo a confiança da sociedade na profissão do engenheiro” publicado pelo Conselho de Engenharia juntamente a Academia Real de Engenharia. Lançado em um evento online, o relatório busca compreender melhor a cultura ética na profissão do engenheiro no Reino Unido estabelecendo metas para melhorias futuras. Uma vez que as práticas éticas do Reino Unido são reconhecidas nacional e internacionalmente como de classe mundial, graças aos seus altos padrões de exigências, elas foram tomadas como base para o presente instrumento, buscando retratá-las de forma aplicada ao contexto brasileiro da engenharia química.

Conforme supracitado, a profissão do engenheiro atualmente é vista como uma profissão confiável e respeitada pela sociedade. Cabe, então, a toda comunidade da engenharia continuar se aprimorando para cumprir com as expectativas e exigências da comunidade, gerando a confiança de que a profissão é exercida de maneira ética. Sendo assim, o relatório publicado pelo grupo propõe diversas ações e regulamentações focalizadas no alcance de uma cultura mais ética. Espera-se com isso, em consonância a Declaração dos Princípios Éticos, maximizar a contribuição da engenharia frente aos desafios da sociedade, promover uma cultura de não

complacência diante das más condutas, aumentar a conscientização do papel social da profissão e, ainda, promover o debate na sociedade (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2022).

Para o Grupo de Referência em Ética na Engenharia, os resultados alcançados a partir dos objetivos acima são:

- Compreensão acerca da tomada de decisão ética, principalmente ainda durante a formação, adotando medidas para que tais decisões sejam feitas de modo responsável e transparente, considerando sempre que possível a diversidade dos pontos de vista;
- Aplicação de treinamentos regulares abordando questões éticas, para que os profissionais se sintam capacitados a levantar reflexões e questionar decisões;
- Compreensão, por parte dos profissionais, sobre como aplicar os princípios éticos nas práticas de engenharia
- Compreensão da população em geral de que a ética ocupa uma posição central na engenharia (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2022).

Neste sentido, o campo de trabalho em que tais objetivos serão traduzidos em ações já é bem fundamentado considerando-se a experiência da profissão, bem como, seus conjuntos de normas, processos, atividades e pesquisas específicas. Além disso, a conquista desses objetivos envolve a ação colaborativa de toda a classe de engenheiros, bem como, recursos e comprometimento por parte dos profissionais e de seus órgãos representativos. Sendo assim, após consulta aos profissionais e coletas de feedbacks, foram definidos no relatório “Engenharia ética”, os cinco temas de ação sugeridos, todos com foco em fomentar a cultura de responsabilização e o debate ético. São eles:

- Liderança e responsabilidade;
- Educação e formação;
- Profissionalismo;
- Engajamento e comunicação;
- Governança e mensuração.

Figura 2. Os cinco grupos de ação sugeridos.



Fonte: Adaptado de Royal Academy of Engineering *et al.* (2022).

Assim foi feito pois cada um desses grupos de ação reúne medidas, responsabilização e demandas semelhantes, facilitando a definição de prioridades, bem como, as implicações que tais ações podem gerar aos grupos envolvidos. Com base no publicado pela *Royal Academy of Engineering et al.* (2022), cada um desses temas possui contextos diferentes, como segue abaixo:

4.3.1. Liderança e responsabilidade

As ações relacionadas à liderança e responsabilidade se relacionam à busca por um papel de protagonismo da condução de padrões éticos para com toda a comunidade da engenharia. Este grupo faz referência aos papéis de liderança que, quando exercidos com responsabilidade, exercem influência encorajadora.

4.3.2. Educação e formação

Este grupo engloba os elementos formais de desenvolvimento e capacitação do profissional e busca uma abordagem coerente e consistente, melhorando a qualidade do entendimento acerca da ética.

4.3.3. Profissionalismo

Por sua vez, este grupo diz respeito à inclusão e maximização das práticas éticas na rotina profissional de forma prática. Uma das intenções neste nível de discussão é aumentar o número de profissionais devidamente registrados nos sistemas de registro.

4.3.4. Engajamento e comunicação

As ações que se relacionam com engajamento e comunicação referem-se à influência que o engajamento possui na melhoria da comunicação para com todos e em como uma comunicação clara e eficaz pode influenciar na tomada de decisão do profissional. As ações deste grupo buscam: maximizar e interação com a sociedade e a rede industrial, promovendo conscientização, enfatizar a posição de centralidade que a ética ocupa dentro da profissão da engenharia e, por fim, promover o debate público.

4.3.5. Governança e mensuração.

Com a estratégia como foco, este grupo busca compreender ainda melhor a cultura ética na profissão, realizando análises e comparações com outras profissões, definindo metas e traçando planos de melhorias. Tem, também, foco na criação e atualização de ferramentas e material pedagógico para treinamento dos profissionais, pesquisas e coletas de feedbacks junto a orientações para ações que promovam essa cultura a longo prazo (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2022).

Para cada um dos cinco grupos supracitados, diversos planos de ação foram traçados voltados ao cumprimento das metas e objetivos a que dizem respeito. As ações foram segmentadas pelo Grupo de Referência em Ética na Engenharia de acordo com a necessidade, de tal forma que ações prioritárias são as que devem ser empregadas em um curto prazo de tempo, ao passo em que as de longo prazo, levarão mais tempo para serem concluídas e não são tão urgentes quanto as primeiras. A tabela abaixo, organiza algumas dessas ações, divididas também em curto, médio e longo prazos.

Tabela 1. Grupos de ação e atividades a curto, médio e longo prazo.

GRUPO DE AÇÃO	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Liderança e responsabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver material pedagógico que auxilie líderes e professores a incorporar a ética nas discussões diárias e no ensino de novos profissionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atualizar e melhorar os procedimentos já validados para más condutas éticas; - Orientar acerca da prática correta para realização de denúncias e revisar as estratégias de suporte aos que denunciam. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer uma rede de apoio para executivos e líderes em engenharia; - Proporcionar grupos de debates para o compartilhamento de boas práticas desenvolvidas.
Educação e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar e elaborar novos estudos de caso sobre ética na prática de engenharia; - Realizar uma auditoria de ensino e treinamento sobre ética em estabelecimentos de ensino, mapeando possibilidades de novos recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer grupos de desenvolvimento de novas ferramentas de apoio à educação; - Desenvolver programas de formação para educadores e gestores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar um possível plano de suporte para ensino de engenharia ética a nível de ensino fundamental e médio.
Profissionalismo	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer o papel da ética como uma proposta de valor e sinal de comprometimento profissional principalmente aos profissionais registrados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criar um grupo profissional para revisar periodicamente a Declaração dos Princípios Éticos e materiais de apoio e divulgação do mesmo. 	
Engajamento e comunicações	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver um plano de comunicação e divulgação para a profissão, abordando assuntos como ética; - Promover a Declaração dos Princípios Éticos na Engenharia entre os profissionais e para a comunidade externa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver campanhas de engajamento e de debate público fortalecendo o relacionamento entre os engenheiros, universitários, empregadores e comunidade; - Promover o debate sobre este tema focado na formulação das políticas da profissão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Definir um sistema de verificação da veracidade dos fatos e informações midiáticas sobre engenharia e suas vertentes
Governança e mensuração	<ul style="list-style-type: none"> - Propor medidas de governança para o trabalho relacionado a ética, junto a um grupo de auditoria e avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer as características de uma profissão líder em questões éticas a partir de benchmarking com outras profissões; - Incluir métricas de desempenho ético em relatórios de negócios; - Elaborar um modelo de auditoria e avaliação sobre ética na profissão de engenharia. 	

Fonte: Adaptado de Royal Academy of Engineering *et al.* (2022).

Não obstante, por mais empenho que se tenha em dar uma acabativa às ações propostas, nem todas serão facilmente desenvolvidas. Há uma série de desafios a serem enfrentados para que se alcance o objetivo final, haja visto que questões relacionadas a ética costumam ser complexas e, muitas vezes, até conflitantes, sendo de complicada explicação para a sociedade. Outro desafio se relaciona à extensão do campo no qual essa problemática se encontra, o que dificulta o gerenciamento e a definição de vínculos entre as medidas legais, sanções profissionais, bem como, a identificação de onde está a responsabilidade envolvendo: indivíduo, organização, empregadores e liderança. Ademais, uma outra dificuldade se dá nos avanços tecnológicos, que se apresentam em um dinamismo cada vez maior, impactando diretamente nos padrões e comportamentos da sociedade e, por sua vez, no exercício da profissão de engenharia, que precisa se adaptar diariamente a esses desdobramentos e, ainda, gerenciar sua relação para com a sociedade (ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2022).

Pode-se perceber que muitas das ações propostas se relacionam direta, ou indiretamente, com a educação e a formação de novos profissionais. Uma mudança de cultura deve iniciar-se o mais cedo possível, ainda na formação, para que os profissionais já sejam habituados a pensarem e resolverem problemas sob a ótica da ética e seus princípios, atuando sempre em favor da sociedade. Diante disso, faz-se necessária a inserção desse tema principalmente durante a formação dos profissionais de engenharia.

4.4. Formação de novos profissionais

Como pode ser visto nos tópicos anteriores, a ética na profissão da engenharia é um tema que atualmente possui seu espaço nas discussões de organizações, grupos e conselhos envolvidos no assunto. A Declaração dos Princípios Éticos e o relatório “Engenharia ética: Mantendo a confiança da sociedade na profissão do engenheiro” possibilitam uma grande evolução sobre o entendimento do que é esperado do profissional da engenharia, junto ao que precisa ser mudado para que o mesmo seja, de fato, visto como confiável e ético ante a população.

Como resultado das ações propostas pelo relatório, o Conselho dos Professores de Engenharia criou uma série de estudos de caso para serem utilizados como material de apoio para discussão, formação e conscientização dos profissionais de engenharia. Estes estudos são direcionados de acordo com os diversos tipos de engenharia, com objetivo de retratar da forma mais fiel possível os dilemas éticos que podem ser encontrados por cada um desses profissionais.

Ao retratar a problemática de uma forma aplicada, os estudos de caso são uma ferramenta educacional comumente utilizada durante a formação de profissionais para falar sobre ética. Esses estudos normalmente incluem dilemas que não possuem respostas óbvias ou uma única resposta verdadeira, como aqueles encontrados nas disciplinas de termodinâmica ou fenômenos de transporte, por exemplo, mas abrem espaço para discussões acerca dos códigos locais e nacionais de comportamento ético para a profissão da engenharia, colocando o estudante na posição de tomador de decisão. Nesta posição, o estudante é incentivado e precisa considerar, principalmente, seus próprios valores ao invés de um certo conhecimento técnico específico (SHALLCROSS, 2010).

No entanto, no decorrer dos anos, poucos estudos de caso foram desenvolvidos para engenheiros químicos. Na década de 1990, foram publicados quatro estudos de caso a partir de um contexto de engenharia química industrial, pelo *Institution of Chemical Engineers* (IChemE) juntamente com o *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE) que foram utilizados por mais de uma década de ensino, com grande eficácia. Depois, Shallcross e Parkinson (2006) foram os autores de mais três cenários éticos na engenharia química, utilizados principalmente no curso de Engenharia Química da Universidade de Melbourne, na Austrália, durante o terceiro ano do curso de graduação (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

Embora atualmente no Brasil não seja comum se ter uma disciplina específica para o estudo da ética na matriz curricular de graduação em Engenharia Química, uma proposta de intervenção para a formação destes profissionais é que o assunto seja abordado nas disciplinas já existentes, com a apresentação de problemas técnicos que incluam também dilemas éticos, mas também, abordado em uma disciplina mais específica, como acontece na Universidade de Melbourne.

De acordo com Shallcross e Parkinson (2006), em Melbourne, a ética profissional é abordada em duas disciplinas no terceiro ano. A primeira retrata questões amplas sobre a gestão da engenharia química e tem um módulo dedicado à ética no qual são introduzidos os conceitos de moral e ética, bem como, o Código de Ética. Com isso, os alunos entram em contato com cenários que permitem refletir sobre as responsabilidades éticas do engenheiro químico. Por sua vez, a segunda disciplina utiliza um conjunto de estudos de caso que abordam assuntos relacionados à prática da engenharia, tomada de decisão, segurança, meio ambiente, sustentabilidade e ética. Nesta, é utilizada a técnica da controvérsia estruturada para aumentar o engajamento dos alunos e são apresentados os estudos de caso publicados por Shallcross e Parkinson (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

Os tópicos em avanço se destinam à explicação de como os estudos de caso podem ser inseridos nas aulas, como acontece na Universidade de Melbourne, incluindo a técnica da controvérsia estruturada, buscando adaptá-la à realidade de um curso de engenharia química do Brasil. Depois, também, encontram-se os estudos de caso que podem ser utilizados durante essas aulas.

4.4.1. Técnica da controvérsia estruturada

A técnica de ensino da Controvérsia Estruturada, foi defendida por Johnson e Johnson (1988, 1993) e descrita por Shallcross e Parkinson (2006), e é utilizada para que os alunos se mantenham envolvidos nas discussões em sala de aula. Com ela, pode-se dizer que cerca de 80 e 90% dos alunos se engajam, discutindo cenários e suas soluções ativamente (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

A aplicação desta técnica envolve a separação dos alunos em duplas, ou ainda grupos de quatro pessoas, e o recebimento de um cenário com resoluções divergentes. Depois disso, de acordo com Shallcross e Parkinson (2006), a técnica mantém sua estrutura em cinco passos principais, tais como:

- Organização da informação: no primeiro passo os alunos recebem um cenário com diferentes cursos de ação conflitantes entre si;
- Defendendo um posicionamento: cada aluno recebe uma visão diferente para argumentar com o parceiro, buscando ser persuasivo. Ressalta-se que, mesmo que os alunos não acreditem nas visões, precisam discutir a ação a eles atribuída;
- Refutação: os alunos revezam-se para contestar os argumentos do parceiro;
- Tomada de perspectiva: neste momento, os alunos invertem seus papéis para que argumentem sobre a visão oposta. Na sequência, os alunos buscam novamente argumentos para refutar a situação. As séries de discussão e refutação duram entre 10 e 15 minutos;
- Compromisso: o instrutor encerra a discussão e os alunos abandonam seus papéis para desenvolverem, juntos, um compromisso ou declaração de consenso.

Após a adoção da técnica da controvérsia estruturada, além dos alunos participarem mais ativamente das aulas, ao serem solicitados para comentar sobre os cenários éticos, eles opinam, levando em consideração não somente suas opiniões, mas levando em conta as opiniões de seu par, o que promove o trabalho em grupo e respeito pela opinião do próximo. Além disso, observou-se também que esses alunos passaram a opinar com maior confiança e propriedade acerca do tema (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

4.4.2. Estudo de caso

Conforme já citado, Shallcross e Parkinson (2006) contribuíram com três estudos de caso relacionados à atuação do engenheiro químico. Esses cenários têm por objetivo aproximar os estudantes de graduação em engenharia química às situações desafiadoras do cotidiano que podem ser encontradas por eles. Para efeitos de estudo e discussão, foram desenvolvidos cenários com soluções complexas e difíceis.

Como ferramenta educativa, os estudos de caso oferecem diversas oportunidades para a abordagem do tema, discussão e avaliação dos professores e demais profissionais da educação

junto aos alunos, tanto no que se diz respeito ao conteúdo técnico, quanto qualitativo. Com isso, a partir desses estudos é possível:

- introduzir e integrar os diferentes conceitos relacionados à problemática do cenário desenvolvido;
- avaliar o pensamento e o raciocínio crítico, bem como, as habilidades de comunicação e argumentação dos alunos;
- destacar situações que podem ser encontradas relacionadas ao trabalho em outras países de culturas diferentes;
- retratar as abordagens das empresas acerca de sua responsabilidade social corporativa;
- integrar o conteúdo técnico a um fluxo de processos;
- destacar heurísticas que podem ser utilizadas na tomada de decisão ética (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

Os estudos de caso apresentados na sequência foram compilados com o objetivo de servirem como instrumento de ensino sobre ética no curso de engenharia química, através do método da controvérsia estruturada. Na sequência, também são apresentados alguns possíveis cursos de ação, seguindo o que fora apresentado aos alunos da Universidade de Melbourne. Todos foram retirados e adaptados da publicação da IChemE, intitulada por “*Teaching ethics to Chemical Engineers*”, da série *Education for Chemical Engineers*, de 2006. Os autores dos três cenários em sequência são David C. Shallcross e M. J. Parkinson, ambos do Departamento de Engenharia Química e Biomolecular da Universidade de Melbourne na Austrália (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

a) Cenário 1: Teste de produto

Sara é uma engenheira química que atua como engenheira de processos na Tomon, uma empresa manufatureira de um produto parecido com papel, mas para a indústria da construção e é responsável pelo maior limite de bateria da parte final do processo, na qual a matéria prima é processada produzindo um produto intermediário. Este intermediário forma folhas de um material similar ao papel, tornando-se o produto do processo. Então, este produto é vendido para outra empresa, Zaser, que une essas chapas ao seu próprio produto, formando chapas de parede resistentes ao fogo. A linha de produção da Tomon, para atender à necessidade da Zaser tem funcionamento 24 horas por dia, durante os 7 dias da semana.

O controle de qualidade dessas chapas é importantíssimo tanto para a Tomon para quanto a Zaser: se as chapas forem produzidas com teor de umidade ou densidade incorretos, não se unirão ao material da Zaser, ocasionando a delaminação das chapas de parede. Dada a variabilidade que a matéria-prima pode causar, as amostras do produto final são testadas a cada 20 minutos, de modo que, se houver falha em uma amostra durante o teste, todo o lote será descartado. Numa rotina normal de operação, é descartado um lote a cada 2 ou 3 dias, mas em alguns casos várias horas de produção podem ser consideradas fora das especificações. Os testes de produção realizados pela Tomon são simples e confiáveis, medindo o teor de umidade, densidade e resistência do produto tipo papel e são executados pelos técnicos da linha de produção. Esses técnicos repassam os resultados para o engenheiro de serviço que, por sua vez, toma a decisão final quanto à aceitação ou rejeição de um lote.

Numa sexta-feira de manhã, enquanto Sara conversava na sala de testes com Daniel, o engenheiro de serviço, o teste de umidade é quebrado por Toni, um jovem aprendiz. Sabendo que não há um aparelho de teste sobressalente, Daniel e Toni começam imediatamente a tentar consertar o mesmo. Para controlar o impasse, o engenheiro decide manter a planta funcionando em sua plena capacidade, já que o produto estava de acordo quando o material quebrou. Desta forma, eles continuaram produzindo as folhas e coletando as amostras em intervalos de 20 minutos, para serem testadas após conserto do equipamento, de modo que caso algum dos lotes fique fora das especificações, seja descartado. A preocupação de Daniel para consertar o equipamento brevemente é devido ao fato de que a produção de sexta-feira deve ser enviada para a Zaser no início da noite deste mesmo dia.

Ao sair do trabalho no fim da tarde de sexta, Sara é parada por Daniel que diz a ela que Toni acabara de consertar o equipamento e que as amostras mostram que os lotes de sexta são aceitáveis. Algumas horas depois de estar em casa, Sara é acionada no trabalho devido a uma falha na bomba localizada na parte final do processo. Chegando na fábrica, Sara vê o caminhão responsável pelo transporte até a Zaser, deixando o local.

Sara rapidamente consegue resolver o problema no bombeamento e enquanto sai da fábrica descobre que o aparelho de testes de umidade foi consertado naquele momento. Também observa que todas as fichas de dados de amostra de teor de umidade foram preenchidas nesta sexta-feira, inclusive aquelas dos lotes produzidos enquanto o equipamento não funcionava. A engenheira vai até a o escritório de expedição e verifica que Daniel autorizou o envio da produção daquele mesmo dia para a Zaser, certificando que o produto final atende às especificações.

Diante deste cenário, Sara se preocupa e questiona: por que foi informada que o aparelho de teste foi consertado durante a tarde se foi apenas à noite? Alguém mentiu? Dados de teor de umidade foram falsificados? E, se foram, por quem? A remessa poderia ter sido enviada a Zaser? Finalmente o turno de Daniel chegou ao fim e ele viajou para um longo final de semana fora da cidade. A equipe de Toni também foi para casa e a nova engenharia de turnos agora é Sofia. (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

Após entendimento da situação, a classe de alunos sugeriu algumas ações sobre o que Sara deveria fazer:

- Conversar com o líder do turno atual, para que ele concorde em realizar testes nas amostras de rolos de papel colhidos no início do dia. Para que ele concorde, Sara deverá apresentar suas preocupações acerca do ocorrido;
- Explicar imediatamente ao cliente sobre a possibilidade de o produto ter sido enviado com erro de forma que pode estar fora de especificação e não deve ser usada;
- Contatar Daniel, que apesar de ter saído da cidade, seria interessante que Sara compartilhasse com ele primeiramente suas preocupações. Pode ser que Daniel esteja no trânsito, tornando mais difícil o contato;
- Recuperar o caminhão e realizar testes pontuais nos rolos de papel. Essa ação levará um grande tempo, uma vez que esses rolos deverão ser descarregados e desembulhados;
- Contatar Toni, que usava o aparelho de testes durante o dia, uma vez que ele deve saber o que está acontecendo. Contatá-lo em casa seria uma situação incomum e, caso se descubra que não havia nada de errado com material, poderá chatear-se por ter sido envolvido nessa questão;
- Contar a Sofia para que ela decida o que fazer;
- Não fazer nada uma vez que os testes de qualidade não são da alçada de Sara. Ela não precisa contar a ninguém sobre suas preocupações, até mesmo porque soube por acaso que o aparelho havia sido quebrado. Entretanto Sara, um profissional fiel à sua organização, sabe das tamanhas consequências que o envio de qualquer produto fora de padrão prejudicaria a reputação da empresa;
- Contatar o gerente geral da planta, supervisor direto de Sara, que tem responsabilidade geral pela produção da planta. Se houver um problema com a remessa de material, ele saberá lidar com a situação. Mas, se não houver nenhuma desconformidade com os produtos, Sara terá manchado a reputação de um de seus colegas (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

O foco de discussão neste caso é que a unidade de testes pode ter sido consertada durante à tarde, conforme Daniel contou a Sara. E, ainda, pode ter falhado novamente durante à noite, de modo que Sara tenha se deparado com essa situação pela segunda vez no dia.

Neste ponto, os alunos devem ser divididos para aplicação da técnica de discussão da controvérsia estruturada.

b) Cenário 2: Um projeto falho

Antonio exerce a função de engenheiro de processos em uma fábrica. Sua reputação é de um engenheiro transparente e confiável, mas também um pouco desorganizado. Recentemente, sua tarefa era projetar um novo sistema de extração de ar, que seria brevemente instalado. Este sistema vai extrair o ar úmido da seção de secagem de plantas, e descarregá-lo na atmosfera acima do telhado. O sistema de extração de ar antigo havia sido instalado 2 décadas atrás e já não funcionava com eficiência há muito tempo. Neste antigo sistema, o que não havia sido corroído pelo ar, fora contaminado.

Susana, supervisora direta de Antonio, pontuou que qualquer sistema novo seria melhor do que o atual. A política da empresa, bem como as boas práticas de engenharia, exigia que um outro engenheiro validasse os cálculos realizados por ele. Como Antonio estava atrasado em seu trabalho, ele só finalizou o projeto um dia antes da programação ter que ser assinada e aprovada, de modo que repassou rapidamente para Mario verificar, que também estava ocupado e tentando arrumar sua mesa antes de sair de licença. Ele pegou o arquivo de Antonio, fez uma rápida verificação dos papéis e assinou comprovando que havia verificado os cálculos, com o pensamento de que Antonio é um profissional muito confiável e que podia verificar os cálculos ao retornar de sua licença, 3 semanas depois.

Sendo assim, uma vez que o projeto de extração de ar de Antonio havia sido validado por um outro engenheiro, ele foi para a oficina de fabricação. Ao retornar, Mario, como havia pensado, começou a verificar os cálculos do projeto e se deparou com um problema, mesmo com o sistema de ar já completo e pronto para instalação. Apesar dos cálculos de Antonio estarem corretos e apropriados, ele cometeu um erro de digitação em um dos cálculos iniciais, que resultava num sistema um pouco melhor apenas do que o sistema existente. Neste ponto, a empresa já gastou mais de oitenta mil reais na construção da unidade, sem falar dos gastos de instalação. Mario pensa também que, se tivesse executado seu trabalho com mais rigor no primeiro momento, teria percebido o equívoco antes da construção se iniciar. O que Mario deve fazer? (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

As sugestões sugeridas então pela classe, sobre o que Mario deve fazer, são:

- Dizer a Antonio para que ele resolva o erro cometido;
- Contar Susana imediatamente, antes que o sistema seja instalado. Mario deveria então admitir o ocorrido, pedindo a Susan para não instalar o novo sistema. Isso poderia afetar as futuras chances de Mario conseguir alguma promoção ou, até mesmo, sua vaga de emprego atual;
- Não admitir nem contar a ninguém sobre o ocorrido e pedir demissão da empresa antes que seu erro seja descoberto;
- Mario não deve contar a ninguém, ao passo em que tenta custear um projeto alternativo para poder determinar quanto custará a retificação antes de contar a alguém;
- Mario não deve contar a ninguém e trabalhar em como o sistema pode ser melhorado com pouco custo até a instalação final;
- Falsificar o projeto, adulterando sua assinatura para esconder sua própria responsabilidade;
- Mario não deve fazer nada já que a culpa não é sua. Pode argumentar que não percebeu o erro de Antonio e que a unidade, ainda assim, apresentará uma melhoria com relação à unidade existente (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

Após o levantamento dessas opções juntamente à turma, a mesma deve ser dividida em grupos menores para as rodadas de discussão.

c) Cenário 3: Conflito de interesse

“Polival é uma empresa de médio porte fabricante de especialidades químicas. João é um engenheiro de processos sênior, que trabalha para a Polival há doze anos. Nos últimos oito anos, por decisão da empresa, João se tornou o responsável pelo relacionamento com a comunidade, tornando-se o “rosto humano” da empresa e reunindo-se com os grupos comunitários que sempre apresentavam preocupações para com a empresa e seus processos. Além disso, por influência de João, a empresa tornou-se patrocinadora do time de futebol local há 7 anos, sendo a maior patrocinadora nos últimos 4 anos.

Ao fim da última temporada de futebol, João foi convidado pelo clube a se juntar ao comitê e, com a aprovação de sua empresa, assim o fez. O clube de futebol é uma organização sem fins lucrativos e os membros do comitê são considerados legalmente como os diretores do seu conselho. Sendo assim, João não recebe nenhum pagamento por trabalhar no comitê, mas gosta de seu trabalho. As reuniões do comitê acontecem fora do horário de trabalho ou aos finais de semana.

Tanto a Polival como o clube desejam manter a parceria realizada. Atualmente, cada um dos patrocinadores paga nove mil reais por ano ao clube, de modo que o gerente geral da Polival, Alan, diz à João para lidar com os acordos e garantir que a empresa não precise pagar um valor mais alto que este nos próximos dois anos. Assim, Alan instrui João a começar a negociação oferecendo oito mil e quinhentos reais, podendo até alcançar os nove mil reais, mas reforça que, caso o clube não aceite a proposta, há outro grupo comunitário pedindo apoio e, sendo assim, abandonar o time de futebol seria uma opção viável. Para Alan, era justo que a empresa fosse reconhecida por seu trabalho com o comitê.

João, por dentro das iniciativas do clube de futebol, sabe que o mesmo passou por dificuldades financeiras ao longo dos últimos anos e, para melhorar sua situação, nas últimas reuniões pediu que os dois principais patrocinadores aumentassem sua cota de apoio para onze mil reais. O outro patrocinador já aceitou o acordo e João acredita que pode negociar com o clube para que aceitem um valor menor da Polival. Mesmo assim, encontra-se em conflito.

João, como parte dos membros da comissão, tem a obrigação de fazer o clube arrecadar o máximo de dinheiro possível para suas atividades, mas como funcionário da Polival responsável pelas ações comunitárias, tem a obrigação de gastar o mínimo possível de dinheiro. Sendo assim, o que João deve fazer? (SHALLCROSS; PARKINSON, 2006).

Os cursos de ação discutidos são abaixo listados. João deve:

- Comunicar tanto a diretoria do clube de futebol quando a Polival de que se encontra num cenário de conflito de interesses e desistir de quaisquer negociações que precise fazer;
- Sair da diretoria do conselho de futebol, pois seu envolvimento com o clube tem trazido diversas complicações;
- Aceitar a oferta do clube em doar onze mil reais, pois este acréscimo não faria diferença no orçamento da empresa;

- Pagar a diferença de dois mil reais do seu próprio bolso, compensando assim a diferença. Assim, todos ficam felizes por pagarem e receberem o que já se propuseram, exceto João.
- Pedir a Alan para comparecer à reunião de diretoria do clube para negociar com o mesmo. Assim, não seria João a comunicar o clube sobre o não aumento do valor a ser pago;
- Primeiramente, aceitar o pagamento dos onze mil reais ao clube e, depois, convencer Alan de que este é o valor justo a ser contribuído;
- Aceitar que o patrocínio deve continuar sendo de nove mil reais e comunicar essa decisão ao clube;
- Encontrar, por iniciativa própria, um novo patrocinador, evitando assim colocar algum dos dois interessados em conflito.

Com as possíveis ações levantadas, os alunos passam a analisar em grupos tais ações, à partir da técnica da controvérsia estruturada.

Além da série de estudos de caso aqui apresentados, publicados por Shallcross e Parkinson (2006), recentemente foram criados outros 12 estudos de caso pelo Conselho de Professores de Engenharia, como uma das ações propostas pelo relatório “Engenharia Ética”, da Academia Real de Engenharia. Dos 12 estudos de caso, 4 deles são destinados ao uso na educação de profissionais da engenharia química, por retratar situações do cotidiano deste profissional.

Todos estes estudos de caso foram desenvolvidos com o objetivo educacional de incentivar a consciência e a ação ética, levando os alunos à reflexão sobre as medidas que são necessárias para que se possa, de fato, transformar a intenção em uma ação correta e responsável e, ainda, a refletir sobre as implicações morais que cada tomada de decisão possui do ponto de vista ético. A tabela abaixo apresenta um breve resumo sobre cada um desses estudos de caso, elencando suas principais características:

Tabela 2. Resumos dos estudos de caso e os temas, questões éticas e situações abordados.

Ref.	Estudo	Tema	Questões éticas abordadas	Situações e dilemas éticos
1	Modelos de crescimento de negócios em indústrias de engenharia dentro de um sistema econômico.	Empreendedorismo ético nas indústrias de engenharia.	Justiça, responsabilidade social empresarial.	Crescimento empresarial, comunicação, saúde e segurança pública.
2	Escolhendo uma carreira em geoengenharia de mudanças climáticas.	Sequestro de carbono do solo e geoengenharia solar.	Respeito ao meio ambiente, responsabilidade social e riscos.	Saúde, segurança pública e comunicação.
3	Poluição industrial por um oleoduto envelhecido e seu impacto nas comunidades locais.	Monitoramento e resolução da poluição industrial.	Meio ambiente, saúde e bem público.	Suborno, denúncias, responsabilidade social corporativa e cultura.
4	Painéis solares em um campo petrolífero do deserto.	<i>Trade-offs</i> na transição energética.	Sustentabilidade, honestidade, respeito ao meio ambiente e bem público;	Comunicação, suborno e culturas de trabalho.

Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Os 4 estudos de caso supracitados, estão disponíveis no Anexo I: Outros estudos de caso, para serem aplicados como uma ferramenta de fomento à cultura e educação ética nos cursos de engenharia química.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente instrumento buscou levantar os princípios éticos da profissão do engenheiro, retratando-os de forma aplicada à engenharia química. A partir da revisão bibliográfica realizada foi possível esclarecer os direitos, deveres e condutas relativos a este profissional à luz do que é esperado ante ao ser humano e seus valores, à profissão, ao relacionamento para com clientes e parceiros de profissão e, ainda, ante ao meio ambiente.

Ademais, buscou-se também por meio deste trabalho, fornecer instrumentos educacionais que favoreçam a formação de novos profissionais a partir da inserção de discussões em sala de aula sobre ética profissional e os dilemas éticos enfrentados cotidianamente, de tal modo que, desde a graduação os profissionais da engenharia química já se habituem e desenvolvam o agir e a tomada de decisão ética. Espera-se, desta forma, alcançar níveis de confiança ainda mais elevados diante da sociedade, conquistando tal valorização através do comportamento responsável e condizente com os propostos pelo Código de Ética da categoria e pela Declaração dos Princípios Éticos.

Como sugestão, fica a possibilidade de se realizar uma pesquisa entre a comunidade acadêmica buscando entender as percepções que os alunos têm atualmente acerca da ética, bem como, a confiança que possuem em tomar decisões, questionar ou ainda denunciar condutas antiéticas, se preciso. Enquanto isso, os professores e demais educadores podem contribuir sobre suas percepções acerca da mentalidade ética que os alunos têm desenvolvido nos últimos anos, analisando ainda a possibilidade de se alterar o projeto pedagógico do curso de engenharia química, buscando inserir uma disciplina voltada à ética, responsabilidade social e ambiental e suas vertentes.

Acredita-se que este pode ser o princípio de uma mudança de cultura no meio acadêmico que alcançará o empresarial ao buscar mudanças que, a longo prazo, poderão englobar gerações inteiras. E assim, para além dos impactos positivos relacionados ao meio ambiente, a segurança e a sociedade, o engenheiro químico poderá apoiar-se na ética como um princípio ao realizar suas escolhas, tornando-se um profissional mais realizado e feliz consigo mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Temas de filosofia**. São Paulo: Moderna, 2000.

BITTAR, Eduardo C. B. **Curso de ética jurídica: ética geral e profissional**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

BOGLE, David; OCONE, Raffaella. **Ethics Series: Ethics and the Chemical Engineer**. 28 abr. 2022. Disponível em: <https://www.thechemicalengineer.com/features/ethics-series-ethics-and-the-chemical-engineer/>. Acesso em: 30 jul. 2022.

Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia. CONFEA/CREA. 13 Ed. 2020. Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Cod_Etica_13ed_com_capas_para_site.pdf. Acesso em: 8 jul. 2022.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA (IV Região). **Código de Ética**. [S. l.], 2022. Disponível em: https://www.crq4.org.br/codigo_de_etica. Acesso em: 30 ago. 2022.

CPDEC. **Pesquisa: A ética nas organizações**. [S. l.], 1 set. 2022. Disponível em: <https://cpdec.com.br/maioria-dos-funcionarios-nao-reporta-atitudes-antieticas-pesquisa-cpdec/>. Acesso em: 22 ago. 2022.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA (São Carlos, SP). **Campos de atuação**. São Carlos, 2022. Disponível em: <https://www.deq.ufscar.br/pt-br/graduacao/o-curso-1/campos-de-atuacao>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ENGINEERING COUNCIL (Reino Unido) *et al.* **Statement of Ethical Principles** for the engineering profession. Jul 2017. Disponível em: <https://www.engc.org.uk/media/2334/ethical-statement-2017.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2022.

EPC (Reino Unido). **Ethics toolkit: Case studies**. **Engineering Ethics Toolkit**. Engineering Professors Council, 2022. Disponível em: <https://epc.ac.uk/resources/toolkit/ethics-toolkit/ethics-toolkit-case-studies/>. Acesso em: 28 maio 2022.

ÉTICA. In: MICHAELIS: Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Melhoramentos, 2019. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/etica/>. Acesso em: 30 jul. 2022.

FLAVELL-WHILE, Claudia. **George E Davis – Meet the Daddy**. [S. l.], 2012. Disponível em: <https://www.thechemicalengineer.com/features/cewctw-george-e-davis-meet-the-daddy/>. Acesso em: 6 ago. 2022.

HACKITT, Dame Judith. **Ethics Series: Did you sleep well?**. In: **Ethics Series: Did you sleep well?** 28 abr. 2022. Disponível em: <https://www.thechemicalengineer.com/features/ethics-series-did-you-sleep-well/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

HITT, Sarah *et al.* **EPC'S Case study: Industrial Pollution from an Ageing Pipeline and its Impact on Local Communities.** [S. l.], 2022. Disponível em: epc.ac.uk/case-study-industrial-pollution-from-an-ageing-pipeline-and-its-impact-on-local-communities/. Acesso em: 6 ago. 2022.

HITT, Sarah *et al.* **EPC'S Case study: Solar Panels in a Desert Oil Field.** [S. l.], 2022. Disponível em: epc.ac.uk/case-study-solar-panels-in-a-desert-oil-field/. Acesso em: 6 ago. 2022.

IPSOS MORI, 2021, Reino Unido. **Veracity Index: trust in professions survey.** Ipsos MORI, 2021. Disponível em: https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2021-12/trust-in-professions-veracity-index-2021-ipsos-mori_0.pdf. Acesso em: 13 ago. 2022.

JOHNSON, D.W.; JOHNSON,, R.T., 1993, **Creative and critical thinking through academic controversy**, *American Behavioral Scientist*, 37(1):40–44.

JOHNSON,, D.W.; JOHNSON,, R.T., 1988, **Critical thought through structured controversy**, *Educational Leadership*, 45(8): 58–64.

JUNAID, Sarah *et al.* **EPC'S Case study: Business Growth Models in Engineering Industries within an Economic System.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://epc.ac.uk/resources/toolkit/ethics-toolkit/ethics-toolkit-case-studies/case-study-business-growth-models-in-engineering-industries-within-an-economic-system/>. Acesso em: 6 ago. 2022.

KRÜGER, Joel. Código de ética profissional da engenharia, da agronomia, da geologia, da geografia e da meteorologia: Apresentação do Presidente do Confea. In: CÓDIGO de ética profissional da engenharia, da agronomia, da geologia, da geografia e da meteorologia. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Cod_Etica_13ed_com_capas_para_site.pdf. Acesso em: 8 jul. 2022.

MACEDO, Amilcar Fagundes Freitas. **Reflexões sobre a moralidade e a eticidade em Kant e Hegel.** *Revista do Ministério Público do RS*, Porto Alegre, ed. 71, p. 113-125, 2012. Disponível em: http://www.amprs.com.br/public/arquivos/revista_artigo/arquivo_1342124595.pdf. Acesso em: 31 jul. 2022.

MACEDO, Edison Flavio. **Breve histórico do código de ética profissional e de sua aplicação no sistema CONFEA/CREA.** [S. l.], 2011. Coordenador do Grupo de Discussão do Projeto Ética das Profissões. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads/etica_historico.pdf. Acesso em: 6 ago. 2022.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada.** 3ª.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2003. 311 p.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Frontiers in Chemical Engineering Education: New Directions and Opportunities – Creating the Future**. Massachusetts, 2003. Disponível em: http://web.mit.edu/che-curriculum/statements/RCA_NSF_ChE_Frontiers_Overview.pdf. Acesso em: 15 ago. 2022.

MATOS, Cleino de; ARAÚJO, Denise Cintia da Silva. **O desafio da ética na profissão da engenharia civil**. Orientador: José Mateus dos Santos. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel, Engenharia Civil) - Faculdade Evangélica de Goianésia, [S. l.], 2017. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/523/1/2018_1_CLEINO_DENISE.pdf. Acesso em: 4 ago. 2022.

MELO JR, Príamo Albuquerque. **Fronteiras da engenharia química I**. 1ª edição. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=lJBvciQXjOIC&oi=fnd&pg=PA7&dq=escopo+engenharia+qu%C3%ADmica&ots=pCj4G1Ccz9&sig=ftSijyaYsUtBpaqenTsj9INnHY8#v=onepage&q&f=true>. Acesso em: 12 ago. 2022.

NALINI, José Renato. **Ética geral e profissional**. 11. ed., rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2014.

PEPPAS, Nicholas A. **The First Century of Chemical Engineering**. [S. l.], 2008. Disponível em: <https://www.sciencehistory.org/distillations/the-first-century-of-chemical-engineering>. Acesso em: 11 ago. 2022.

ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING (Reino Unido) *et al.* **Engineering Ethics: Maintaining society's trust in the engineering profession**. Engineering Ethics, [s. l.], fev 2022. Disponível em: <https://www.engc.org.uk/media/3921/engineering-ethics-report-february-2022.pdf>. Acesso em: 21 maio 2022.

ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. **Engineering ethics in practice: a guide for engineers**. 2011. Disponível em: https://raeng.org.uk/media/batgo4ye/engineering_ethics_in_practice_shorter.pdf. Acesso em: 16 ago. 2022.

SÁ, Antônio Lopes de. **Ética profissional**. 9. ed. rev. e aum. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009. ISBN 978-85-224-5534-8.

SANTOS, Gabriel Almeida *et al.* **O código de ética do profissional de engenharia: aspectos legais e principais distorções**. Orientador: Acimarney Correia Silva Freitas. 2015. Artigo (Engenharia elétrica) - Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, . Disponível em: https://www.academia.edu/36590779/O_C%C3%B3digo_de_%C3%89tica_do_Profissional_d

e_Engenharia_Aspectos_Legais_e_Principais_Distor%C3%A7%C3%B5es. Acesso em: 30 jul. 2022.

SHALLCROSS, D. C.; PARKINSON, M. J. Teaching ethics to chemical engineers: some class room scenarios. **Education for Chemical Engineers**, v. 1, n. 1, p. 49-54, 2006. Disponível em: . Acesso em: 21 maio 2022.

SHALLCROSS, David C. Teaching ethics to chemical engineers: 2. Further class room scenarios. **Education for Chemical Engineers**, v. 5, n. 2, p. e13-e21, 2010.

SIGNIFICADO de Honestidade. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.significados.com.br/honestidade/>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SIGNIFICADO de Integridade. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.significados.com.br/integridade/>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SILVA, JORGE LUIZ DE OLIVEIRA DA. **Principais doutrinas éticas**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://profjorgeluiz.no.comunidades.net/principais-doutrinas-eticas>. Acesso em: 31 jul. 2022.

SINGER, Peter. **Ética prática**. 3. ed. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

OCONE, Raffaella *et al.* **EPC'S Case study: Choosing a Career in Climate Change Geoengineering**. [S. l.], 2022. Disponível em: epc.ac.uk/case-study-choosing-a-career-in-climate-change-geoengineering/. Acesso em: 6 ago. 2022.

TUGENDHAT, Ernst. **Lições sobre ética**. 5ª. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996. ISBN 85.326.1743-3.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (São Carlos, SP). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. **Curso de Graduação em Engenharia Química: Projeto Pedagógico**. São Carlos: [s. n.], novembro 2009. Disponível em: <https://www.prograd.ufscar.br/cursos/cursos-oferecidos-1/engenharia-quimica/engenharia-quimica-projeto-pedagogico.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2022.

VALLS, Álvaro L. M. **O que é ética**. 9ª. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994. ISBN 85-11-01177-3.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXOS

ANEXO I – Outros estudos de caso

Todos os estudos de caso abaixo, foram retirados e adaptados da série *Ethics toolkit: Case Studies*, publicados no site do *Engineering Professors Council*.

I. Estudo 1: Modelos de crescimento de negócios em indústrias de engenharia dentro de um sistema econômico.

Maria é uma cofundadora e líder técnica, morando no Reino Unido, onde estuda o desenvolvimento de negócio da sua empresa recém formada transnacional, a *Hydrospector*, com sede na África do Sul, em Joburg, onde fica a outra cofundadora. Sua empresa fabrica dispositivos que detectam vazamento de água e a equipe, ainda muito pequena, trabalha muito para garantir contratos para o novo negócio. Maria é engenheira eletricista e eletrônica por formação e foi a principal inventora dessa nova tecnologia, provando que a mesma funciona na detecção de vazamentos mesmo em níveis baixos, reduzindo assim o risco de danos à infraestrutura que interferem nas comunidades do local. Essa tecnologia também resultará em uma grande economia ao detectar vazamentos de água mesmo que de baixo nível. Mas, a empresa agora precisa começar a prospectar clientes.

Alcançar grandes corporações indica que a tecnologia se difundirá mais rapidamente, sendo um benefício enorme para indústria e comunidades ao redor. Maria vem de um contexto socioeconômico menos favorecido no Reino Unido, de modo que sua experiência pessoal sobre a disparidade econômica a impede de perpetuar essa história. Dessa forma, ela sente que a abordagem da *Hydrospector*, bem como seu modelo de negócios, precisa ser ativa na prevenção do aumento do fosso socioeconômico. Considerando que a sede da empresa se localiza numa cidade com grandes diferenças socioeconômicas com relação às comunidades vizinhas, ela deve focar em trabalhar com as autoridades locais, mesmo que um orçamento menor esteja envolvido para garantir que seu produto alcance os mais necessitados ou deve priorizar projetos que envolvam um maior capital para acelerar os negócios?

Por sua vez a outra cofundadora, a gerente de operações Lucia, é também amiga de Maria e, da mesma forma, cresceu vivenciando a disparidade econômica da região. Lucia tem o mesmo desejo em oferecer benefícios às comunidades desfavorecidas, fato este que torna essa colaboração uma parceria ideal. A *Hydrospector* comercializou com uma empresa local da África do Sul, a *Clean Water*, principal empresa de abastecimento de água, num cenário onde a escassez do abastecimento de água afetou gravemente o país nos últimos tempos. Além disso, a empresa também ganhou uma oferta de um capitalista de risco com sede na África do Sul e lançou os sensores em uma região de *Makers Valley*, que se desenvolveu economicamente nos últimos anos em Joburg. Logo depois, a *Hydrospector* também ganhou

mais um contrato para instalar os sensores na região de *Merseyside*, no Reino Unido, em um projeto teste cofinanciado pelo conselho local e pela *United Utilities*.

Neste cenário, há um dilema relacionado ao impacto ambiental: os componentes da *Hydrospector* são oriundas da África do sul, com fabricação e montagem realizadas foram de *Joburg*. As operações de fornecimento e fabricação levaram um ano até que fossem desenvolvidos para funcionar sem problemas. Enviar para o Reino Unido seria um negócio financeiramente melhor do que fabricar estes produtos diretamente lá, entretanto a pegada de carbono iria contra aos objetivos ESG. Lucia terá que decidir se vai enviar o produto da África do Sul ou produzir localmente, montando outra equipe de operações no Reino Unido. Essa instalação custará mais à empresa devido aos preços afetando sua previsão de lucro financeiro nos dois primeiros anos, mas apoiará a economia local.

Outro dilema importante a ser considerado, são os resultados não intencionais. Após seis meses de trabalho pós-instalação em *Makers Valley*, a *Clean Water* entrou em contato com a *Hydrospector* sobre o vazamento ilegal de suas tubulações. Eles suspeitam que a água esteja sendo roubada dos assentamentos de acordo com os dados dos sensores instalados. Além disso, os engenheiros da *Clean Water* que fizeram os trabalhos de manutenção descobriram que alguns dos sensores foram deliberadamente danificados, e que suspeitam ter sido feito para que as escutas ilegais não fossem detectadas. A *Clean Water* quer processar os responsáveis e contactou Lucia para fornecer todos os dados registrados dos sensores e os carimbos de hora/data para identificar detalhes específicos sobre danos. Lucia, no entanto, está ciente dos casos em que os fundos destinados para melhorar a estrutura para famílias de baixa renda, como eletricidade, abastecimento de água e saneamento, às vezes são má gerenciadas e, na pior das hipóteses, desviadas, de tal modo que as comunidades acabam ficando numa situação pior, com encanamentos e infraestrutura envelhecidos. Ela percebe que algumas escutas ilegais podem sim ter sido feitas, para que fosse possível suprir essas comunidades. Várias semanas após essa descoberta, a *United Utilities* em *Merseyside* entrou em contato sobre indivíduos locais e empresas que acessam ilegalmente a água de hidrantes que são encontrados em drenos de rua para seu próprio uso. Tais empresas possuem caminhões móveis e, portanto, são difíceis de encontrar e processar. A *United Utilities* gostaria da cooperação total da *Hydrospector* no fornecimento dos dados de registro necessários, bem como na instalação de sensores em locais localizados onde eles suspeitam que o uso indevido está acontecendo. Pesquisando, Lucia descobriu que 99% dos vazamentos no Reino Unido não são de origem ilegal, mas sim devido a redes de tubulação deficientes. Na verdade, 20% da perda de abastecimento de água no Reino Unido é devido a vazamentos e acabem sendo pagos pelos clientes e usuários domésticos.

Como a *Hydrospector* deve responder às duas solicitações? Em última análise, as empresas de abastecimento de água devem ser responsáveis por vazamentos de água? Maria e Lúcia se preocupam com a possibilidade desses casos serem divulgados pela mídia, o que seria um risco para a reputação da empresa. Ambas as cofundadoras se preocupam com as consequências não intencionais de seu produto: se for mal utilizado, pode exacerbar mais a desigualdade socioeconômica indo contra o uso pretendido do produto.

Por fim, o último dela que Lúcia e Maria enfrentam se relaciona com a confiança do público. A *Hydrospector* se envolveu em um projeto onde pesquisou e identificou vazamentos e danos significativos ao sistema de abastecimento de água em uma das comunidades em *Joburg*. A empresa foi solicitada pelas autoridades locais a não divulgar essas informações a

outras partes, principalmente meios de comunicação, devido aos riscos de segurança, incluindo o terrorismo potencial. No entanto, isso afetará a transparência do projeto, que é financiado publicamente. Além disso, relatar essas descobertas pode ajudar a resolver os problemas encontrados, por exemplo, encontrando empresas de fornecimento e construção que estejam dispostas a ajudar. A empresa suspeita que as autoridades locais estão tentando evitar um clamor público por causa do impacto pontuações na satisfação do cliente. No entanto, sem o conhecimento público, a mudança para melhorar a situação provavelmente será lenta. Neste caso, deve a transparência ser priorizada sobre a confiança do público? A empresa deve manter os dados como confidenciais ou deve reportar os dados? (JUNAID, *et al* 2022)

Os autores deste estudo são: Sarah Junaid (Aston University); Chike Oduoza (University of Wolverhampton); Isobel Grimley (Engineering Professors' Council); Emma Crichton (Engineers Without Borders UK); Dawn Bonfield MBE (Aston University); Johnny Rich (Engineering Professors' Council); Steven Kerry (Rolls-Royce),

II. Estudo 2: Escolhendo uma carreira em Geoengenharia de Mudanças Climáticas.

Olivia é uma universitária que cresceu em uma fazenda na zona rural do País de Gales e muitas vezes se sentia frustrada por viver em um ambiente tão remoto. Ao perceber suas habilidades e suas excelentes notas em matemática e ciências, cursou engenharia química em Londres. Se apaixonou pela sustentabilidade e teve um desenvolvimento próspero em empresas que trabalhavam em soluções climáticas inovadoras. Após participar de eventos nos quais fez parte de debates e negociações que contribuíram para novos acordos globais sobre aquecimento global, Olivia procura empregos que lhe permitam trabalhar na linha de frente do controle às mudanças climáticas.

Olivia recebeu duas ofertas de emprego: a primeira, para um cargo com ótima remuneração na CarGro, uma empresa pequena não muito longe da fazenda de sua família. A empresa trabalha com análises químicas para armazenamento de carbono no solo (a capacidade da matéria orgânica do solo de sequestrar compostos ricos em carbono compensam o gás carbônico atmosférico). Já a outra oferta é para um cargo de nível básico na EnSol, empresa que desenvolve a viabilidade de injeção de aerossol estratosférico (tecnologia que visa imitar o efeito que as erupções vulcânicas têm na atmosfera ao ejetar partículas na estratosfera que refletem a luz solar e, posteriormente, resfriam o planeta). A EnSol é uma startup que tem ligações a outras empresas europeias que trabalham em tecnologias complementares.

Ao considerar as ofertas, Olívia lembra da lição de ética aprendida em uma aula de design de engenharia, que falava sobre as implicações éticas dos projetos nos quais os engenheiros escolhem trabalhar. Sabendo que tanto a CarGro quanto a EnSol têm potencial para mitigar as mudanças climáticas, ela se pergunta se uma pode ser melhor que a outra.

Pensando em seus objetivos e motivações pessoais, Olivia se pergunta se ela realmente quer trabalhar perto de seus pais de novo, não importando o quão bem pago o trabalho seja. Para poder decidir, Olivia conversa com três ex-professores:

Professor Carrera, especialista em política de tecnologia. Ele fala sobre o princípio da precaução, um componente central da legislação ambiental da UE, que é projetado para ajudar a tomada de decisão dos governos ao se depararem com resultados incertos;

Professor Adams, professor de engenharia química, responsável pela empolgação de Olivia com as tecnologias emergentes na área de mitigação das mudanças climáticas. Este, por sua vez, enfatiza a oportunidade que a EnSol oferece, de trabalhar em pesquisa e desenvolvimento de ponta, tipo de tecnologia que também pode torná-la rica;

Professor Liu, especialista em ética na engenharia. Seu último livro sobre responsabilidade social na engenharia argumenta que muitas tecnologias de mitigação das mudanças climáticas são injustas, uma vez que beneficiam injustamente os países ricos, ao passo em que são arriscadas e onerosas aos países mais pobres.

Após as conversas, Olivia decide perguntar aos gerentes de contratação da CarGro e da EnSol algumas perguntas de acompanhamento. O que Olivia pergunta nas ligações para CarGro e EnSol para ajudá-la a tomar uma decisão? Em última análise, que trabalho Olivia deve tomar? (HITT, 2022).

Os autores responsáveis pela elaboração do estudo de caso acima são: Sarah Hitt (NMITE); Darian Meacham (Maastricht University); Matthew Studley (University of the West of England, Bristol); Mike Bramhall (TEDI-London); Isobel Grimley (Engineering Professors' Council); Nik Whitehead (University of Wales Trinity Saint David).

III. Estudo 3: Poluição Industrial por um Oleoduto Envelhecido e seu Impacto nas Comunidades Locais

Yasin é um engenheiro de projeto de tubulação contratado para gerenciar a tubulação de águas residuais da MMC *Textile Company* em Gujarat. A empresa tem um negócio em rápido crescimento, contribuindo como uma das mais importantes indústrias da Índia para emprego e exportação. Contratado remotamente durante a pandemia, Yasin nunca havia estado no site industrial ou conhecido seus colegas de trabalho pessoalmente até se mudar de país. É a primeira vez que ele trabalha em uma empresa privada e na indústria têxtil, haja visto que trabalhou por 10 anos para a autoria de Regulação de Serviços de Água no Reino Unido como engenheiro de águas residuais. A produção de têxteis resulta em efluentes altamente tóxicos que devem ser tratados e descartados: para isso, um gasoduto de lodo leva as águas residuais para longe do local de fábrica da MMC

e as entrega para uma estação de tratamento a jusante. Ao chegar ao MMC, realiza uma inspeção inicial no local industrial e no oleoduto, realiza alguns testes e medições e revisa documentos e especificações da empresa relacionadas aos dutos, concluindo que o gasoduto foi construído há 30 anos, logo no início das operações da MMC.

Nos últimos cinco anos, a MMC fez uma parceria com uma rede de *fast fashion*, o que resultou no aumento de 50% de sua produção anual, a partir do investimento em tecnologias avançadas de produção. Com isso, Yasin concluiu que com o aumento da produção, o oleoduto chega a carregar quase o dobro da capacidade registrada. Yasin foi contratado porque os gerentes da MMC estavam cientes de que a capacidade do encanamento poderia ser aumentada e precisavam de sua experiência para desenvolver uma solução.

Prestes a relatar verbalmente sobre sua inspeção inicial aos gerentes da fábrica, Yasin suspeita que eles desconhecem a real extensão do problema e se preocupa sobre como eles reagirão à confirmação desta suspeita. Na reunião, Yasin tem a tarefa de desenvolver uma série de propostas para mitigar o problema. As opções que ele apresenta incluem *retrofit* da tubulação original, substituindo-a por uma nova, eliminando totalmente a tubulação e concentrando-se em tecnologias de tratamento de água no local, além de outras soluções. É, então, orientado a considerar os riscos e benefícios das alternativas, incluindo-se: encargos econômicos (custos da intervenção e da não-produção durante o tempo necessário para intervenção) e as consequências ambientais da ação ou inação.

Pesquisando sobre, Yasin descobre que há um conjunto habitacional informal na zona entre a conurbação zoneada formal da área e o local industrial do MMC e estima que existam milhares de pessoas vivendo em condições precárias nas bordas dessa propriedade. Isso acontece devido a pouca regulamentação e fiscalização local sobre a construção de moradias temporárias. Com efeito, muitas das pessoas que vivem nesses assentamentos trabalham em cargos menos qualificados da área. Este assentamento está localizado ao redor de um poço que Yasin suspeita estar poluído por efluentes que penetram no solo e nas águas subterrâneas quando a tubulação transborda, mas não encontra informações nos registros da empresa sobre dados relacionados a esta poluição potencial.

À medida que Yasin aprende mais sobre a MMC, ele descobre que a empresa cresceu rapidamente nos últimos cinco anos e impulsionou suas iniciativas de responsabilidade social corporativa, como a criação de um programa para contratar e capacitar trabalhadores locais e o início de uma fundação de caridade para fazer doações para escolas e instituições de caridade locais. Para essas atividades, a MMC recentemente recebeu uma recomendação do governo por seus compromissos comunitários.

Dado o cenário, Yasin preocupa-se em entender tais atividades comunitárias uma vez que potencialmente há contaminação as águas subterrâneas. Falando com seu supervisor sobre as iniciativas de responsabilidade social corporativa da empresa, descobre que os diretores acreditam que, com seus elogios, o relacionamento com o governo melhorará, acarretando numa decisão favorável acerca de uma licença para construir outra fábrica têxtil nas proximidades. Ao fim da conversa, o supervisor ainda indica que se uma nova fábrica for construída, será necessário um novo engenheiro-chefe do local: “Essa posição seria o dobro do seu salário atual. um bom trabalho para consertar essa situação do encanamento faria você parecer um candidato muito atraente”. Dito isso, Yasin deve apresentar formalmente sua

proposta sobre o oleoduto na próxima semana ao gerente da fábrica e aos diretores da empresa (HITT, 2022).

Já para este estudo de caso, tem-se os seguintes autores: Sarah Hitt SFHEA (NMITE); Chike Oduoza (University of Wolverhampton); Emma Crichton (Engineering Without Borders UK); Mike Sutcliffe (TEDI-London); Sarah Junaid (Aston University); Isobel Grimley (Engineering Professors' Council).

IV. Estudo 4: Painéis solares em um campo petrolífero do deserto.

Você é um engenheiro elétrico que tinha em contrato de três anos em uma instituição de caridade na Argélia, para instalar sistemas solares em casas e fazendas remotas ainda não conectadas à rede. Ao fim do projeto de caridade, você montou sua própria empresa para sequenciar o trabalho. Com a dificuldade de se levantar dinheiro de investidores para financiamento do projeto, a nova empresa está endividada, gerando dúvidas sobre se a empresa sobreviverá por muito mais tempo sem um projeto de alto lucro.

Durante seu tempo na Argélia, você fez muitos contatos locais e regionais no setor de energia e um desses contatos conta sobre uma empresa de energia operando um grande campo de petróleo na região que busca converter energia solar para alimentar sistemas de bombeamento, monitoramento e controle de injeção. Com isso, o campo de petróleo se tornará independente da eletricidade a carvão e aumentará a produção e, conseqüentemente, as credenciais ambientais da empresa, além de poder fazer uso de um crédito fiscal governamental para empresas que fazem tais conversões solares.

Na semana seguinte, você recebe um telefonema em seu escritório em casa, de um representante da empresa de energia chamado Sami, que pede que você licite o contrato de instalação solar para o campo petrolífero. A princípio você está relutante, não parece certo usar a energia solar para extrair combustível que contribuirá para a emergência climática em curso. Você explica sua hesitação, dizendo “Entre no negócio de energia solar porque acredito que temos uma responsabilidade com as futuras gerações para desenvolver energia sustentável”. Sami ri e diz: “Enquanto você está ocupado ajudando pessoas que ainda não existem, estou tentando fornecer energia para as pessoas que precisam agora. Com certeza temos uma responsabilidade para com eles também”. Após Sami citar o valor que a empresa se dispõe a pagar pelo trabalho no projeto, você se surpreende ao pensar quão grande este pagamento será, uma vez que o lucro obtido seria suficiente para salvar suas dívidas e dar segurança financeira ao seu negócio no futuro. Mesmo assim, você hesita respondendo que precisará de um tempo para pensar sobre isso. Sami concorda e convence você a jantar com ele e sua família ainda naquela semana.

Ao chegar na casa de Sami, você fica surpreso ao descobrir que não é o único convidado: a gerente financeira da petroleira, Leila, também está presente. Durante o jantar, Leila demonstra que possuem interesse em investir em seu negócio, apontando que muitos dos funcionários e suas famílias poderiam usar energia solar em suas casas, de modo que estão pensando em subsidiar a instalação como um benefício para eles. Impressionado com o compromisso da empresa petrolífera com seus trabalhadores, você percebe que isso lhe garantirá um fluxo de renda de 3 a 5 anos. Mas, para garantir o investimento em sua empresa, você terá que concordar em realizar a instalação do campo petrolífero. Ao comentar com Leila e Sami que é estranho ter tais discussões durante uma refeição em família, Sami diz: "É assim que fazemos negócios aqui. Você se torna parte da nossa família também" (OCONE, 2022).

Este estudo de caso foi criado por Raffaella Ocone OBE FREng FRSE (Heriot-Watt University); Thomas Lennerfors (Uppsala University); Sarah Hitt SFHEA (NMITE) and Isobel Grimley (Engineering Professors' Council).