

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

**A SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIRAS E ENGENHEIROS
QUÍMICOS DA UFSCAR: PERCEPÇÕES, DEMANDAS E PERSPECTIVAS**

Raissa Guidolin Marcato

Trabalho de Graduação apresentado ao
Departamento de Engenharia Química da
Universidade Federal de São Carlos

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Adriana Paula Ferreira Palhares

São Carlos - SP

2022

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de graduação apresentado no dia 13 de setembro de 2022 perante a seguinte banca examinadora:

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana Paula Ferreira Palhares

Convidada: Prof^a. Dr^a. Gabriela Cantarelli Lopes

Professor da Disciplina: Prof. Dr. Fábio Bentes Freire

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me permitido chegar à conclusão deste curso com saúde, apesar de todas as adversidades que foram enfrentadas nos últimos anos. Agradeço o apoio do meu pai Renato e da minha mãe Rose, sem o carinho e amor deles eu não seria nada do que sou e não teria chegado até aqui. Agradeço aos meus irmãos Raiane e Renan por serem refúgio nos momentos difíceis e alegria mesmo a distância.

Agradeço aos muitos amigos que fiz ao longo dos anos, pois foi com eles que compartilhei dores e vivi momentos de alegria. Um agradecimento a todos aqueles dos projetos de extensão: Operação Natal, PET EQ, Comissão Pró-SEQ e Projeto Pontinha, com quem dividi grande parte do meu tempo e pude aprender a ser mais humana. Sem vocês eu não teria vivido metade das boas histórias que vivi.

Agradecimentos especiais aos meus amigos: Ana Rachel, Breno, Izabella, Rafael e Rosi, que foram e são meu porto seguro até hoje. Levarei a amizade de vocês para sempre. Agradeço também ao João Victor por todo apoio e incentivo nos últimos anos que compartilhamos, sua companhia me fez não desistir.

Agradeço à professora Adriana, minha orientadora, pela paciência e apoio durante esta etapa final da jornada. Ao professor Marcelo por ter sido meu orientador na iniciação científica e ter me ensinado tanto. Agradeço também a todos os professores e professoras que tive oportunidade de conhecer e partilhar momentos de aprendizado, conhecimento e suporte.

Agradeço à cidade de São Carlos por todo acolhimento ao longo dos últimos 7 anos. Sempre me sentirei em casa ao regressar.

Agradeço à UFSCar e todo o corpo docente pelo ensino oferecido, permitindo com que eu pudesse me formar a profissional e pessoa que sou.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou
sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

De acordo com o Art. 3º, V e VI, da Resolução Nº 2 que institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de 2019 para os cursos de graduação em Engenharia, é esperado do egresso do curso de Engenharia perfil e competências que considerem os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho e que atuem com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável. Com base nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais, o trabalho tem como objetivo principal analisar o cenário global e apresentar percepções, demandas e perspectivas para inclusão e aprofundamento do tema sustentabilidade no projeto pedagógico da Engenharia Química da UFSCar. A partir do entendimento do cenário atual do mercado de trabalho e utilizando como referência outros cursos de Engenharia Química no Brasil e no exterior, foram propostas mudanças nos objetivos das disciplinas atuais visando a melhor preparação e educação dos discentes nos aspectos de sustentabilidade. Para isso, foram realizados estudos e pesquisas sobre a matriz curricular de Engenharia Química em outras universidades. Junto ao mercado, foi realizada uma pesquisa que buscou entender o que é esperado do profissional em questões de sustentabilidade. Por fim, foi realizada outra pesquisa com discentes, atuais e egressos, de Engenharia Química para entender suas perspectivas e demandas relacionadas ao tema. Os dados coletados foram analisados e, a partir do resultado, desenhou-se uma proposta envolvendo mudanças nos objetivos e ementas das disciplinas da estrutura atual do curso. A partir desta proposta, pretende-se adequar e modernizar a formação de engenheiras e engenheiros químicos com visão robusta de sustentabilidade dentro da expertise e ferramentas de Engenharia Química. Espera-se que o trabalho tenha grande contribuição na reformulação curricular do Projeto Pedagógico do Curso e, por consequência, na inserção desses profissionais no mercado de trabalho devido à extrema relevância do tema no mundo atual.

Palavras-Chave: sustentabilidade, diretrizes curriculares nacionais, reformulação projeto pedagógico, estratégia de ensino e aprendizagem

ABSTRACT

According to the 3^o Article, V and VI from the 2nd resolution which constitutes the new National Curriculum Guidelines of 2019 to every major in the engineering, it is expected that the graduates of the engineering major have a profile and skills that consider global, political, economic, social, environmental, cultural and occupational health and safety aspects, and they act with impartiality and commitment to social responsibility and sustainable development. Based on the new National Curriculum Guidelines, the main goal of this project is to analyze the global scenery and present demands, perceptions and perspectives for the inclusion and deepening of the sustainability theme in the pedagogical project of Chemical Engineering at UFSCar (Universidade Federal de São Carlos). From the understanding of the current scenery of the job market and using as reference the majors in Chemical Engineering in Brazil and overseas, changes were proposed in the goals of the current disciplines aiming the best preparation and education of students in aspects os sustainability. In this regard, the curriculum of Chemical Engineering in other universities went through studies and research. Along the market, there was a survey to understand what the expectations of professionals in sustainability issues are. The survey contained information from current and former students of Chemical Engineering to understand their perspectives and demands related to the topic. The collected data were analyzed, and based on the result a proposal was designed involving changes in the goals and menus of the subjects of the college program. From this proposal, it is intended to adapt and modernize the graduation of chemical engineers with a robust vison of sustainability within the expertise and tools of Chemical Engineering. It is expected that the work will have a great contribution in the curricular reformulation of the Pedagogical Project of the Course and, consequently, in the insertion of these professionals in the job market due to the extreme relevance of the topic in the current world.

Key words: sustainability, national curriculum guidelines, pedagogical project reformulation, teaching and learning strategy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Histórico da Engenharia Química e início do Curso na UFSCar	11
2.2. Atual Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Química da UFSCar	13
2.3. Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019	15
2.3.1. Perfil e Competências esperadas do Egresso	15
2.3.2. Organização do Curso de Graduação em Engenharia	16
2.4. Desenvolvimento Sustentável	18
2.4.1. Histórico	18
2.4.2. Definição	19
2.4.3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	20
2.5. Sustentabilidade na Engenharia Química	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. Apresentação da Pesquisa via Google Formulários	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Resultados das Pesquisas via <i>Google Formulários</i>	31
4.2. Sustentabilidade em cursos de Engenharia Química em grandes universidades	42
4.2.1. CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI	42
4.2.2. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE MASSACHUSETTS (MIT)	44
4.2.3. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)	44
4.2.4. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)	46
4.2.4.1. Proposta Nova Estrutura	47
4.2.5. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	49
5. CONCLUSÃO	56
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Definição de sustentabilidade.....	20
Figura 2: Linha do tempo sustentabilidade no mundo	23
Figura 3: Número de respondentes de acordo com o curso de graduação.....	31
Figura 4: Número de respondentes de acordo com a universidade.....	32
Figura 5: Número de respondentes de acordo com o ano de ingresso.....	32
Figura 6: Número de respondentes de acordo com a ocupação atual.....	32
Figura 7: Número de respondentes de acordo com o conhecimento acerca das DCN's... 	33
Figura 8: Expectativa de aprendizado sobre sustentabilidade ao ingressar na graduação.....	33
Figura 9: Conhecimento <i>versus</i> uso dos conceitos no dia a dia dos discentes e egressos.....	34
Figura 10: Percepção sobre a abordagem em temáticas ambientais por instituição de ensino de Engenharia Química.....	34
Figura 11: Percepção sobre a abordagem em temáticas sociais por instituição de ensino de Engenharia Química.....	35
Figura 12: Percepção sobre a abordagem em temáticas econômicas, éticas e de governança por instituição de ensino de Engenharia Química.....	35
Figura 13: Percepção sobre o investimento do curso na formação de engenheiros(as) com responsabilidade social e papel no desenvolvimento sustentável (amostra: Engenharia Química).....	36
Figura 14: Percepção quanto ao incentivo do curso à sustentabilidade por meio de disciplinas, atividades, projetos de extensão e/ou entidades (amostra: Engenharia Química UFSCar).....	36
Figura 15: Formas em que o conhecimento em sustentabilidade foi adquirido pelos discentes e egressos	37
Figura 16: Formas em que a sustentabilidade foi abordada na formação.....	37

Figura 17: Alternativas em que o aprendizado sobre sustentabilidade poderia ser mais efetivo.....	38
Figura 18: Número de respondentes de acordo com o setor de atuação.....	39
Figura 19: Número de respondentes de acordo com o tempo de atuação no setor.....	39
Figura 20: Número de respondentes de acordo com a formação acadêmica.....	39
Figura 21: Conhecimento versus uso dos conceitos no dia a dia dos profissionais.....	39
Figura 22: Cobrança na rotina dos profissionais para terem conhecimentos sobre sustentabilidade.....	40
Figura 23: Percepção sobre a expectativa das empresas para o conhecimento de temáticas ambientais dos profissionais recém-formados.....	40
Figura 24: Percepção sobre a expectativa das empresas para o conhecimento de temáticas sociais dos profissionais recém-formados.....	41
Figura 25: Percepção sobre a expectativa das empresas para o conhecimento de temáticas econômicas, éticas e de governança dos profissionais recém-formados.....	41
Figura 26: Incentivo das empresas à sustentabilidade.....	41
Figura 27: Formas em que o conhecimento em sustentabilidade foi adquirido pelos profissionais entrevistados.....	42

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de preservar o planeta em que vivemos é uma questão de sobrevivência, a evolução da sociedade com emprego extensivo dos recursos e tecnologias não pode continuar como se as ações humanas não tivessem consequências para o ambiente.

Os impactos ambientais são definidos como todas as alterações físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causadas pelo desenvolvimento de atividades humanas (CONAMA, 1986) e tiveram um grande aumento após a Revolução Industrial. O aquecimento global, considerado como o aumento combinado da temperatura da superfície do ar e do mar, atingiu em 2017 a marca de aproximadamente 1°C acima do limite pré-industrial, com um acréscimo de 0,2°C por década, causando impactos alarmantes para a sociedade e para o planeta caso atinja o valor de 1,5°C (IPCC, 2018). Além do aquecimento global, surgiram outros grandes impactos negativos, como mudanças climáticas, desastres ambientais, doenças respiratórias, poluição do ar e água.

O desenvolvimento sustentável é uma solução encontrada para conter esses avanços e prezar tanto pelo ambiente, quanto pelo desenvolvimento socioeconômico, com fóruns globais em destaque nos últimos anos, como o Acordo de Paris e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), evidenciando indicadores e levantando planos de ação pertinentes à sociedade e seu futuro.

Neste cenário, os profissionais possuem a necessidade de atuar em diversas áreas de engenharia. Hoje exige-se que o engenheiro possua vasto conhecimento e competências além de formação técnica robusta. Algumas dessas competências são: visão holística e humanista, visão multidisciplinar, comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável, conduta ética, criatividade, entre outros.

Pensando nisso, este trabalho tem como objetivo estudar e entender as oportunidades de melhorias no curso de Engenharia Química da UFSCar visando garantir a formação de engenheiros e engenheiras com responsabilidade social e papel no desenvolvimento sustentável. Para isso, foi realizada uma pesquisa com os discentes e egressos para entender suas percepções e sugestões sobre o curso atual. A fim de elaborar proposta para implementação das melhorias, também foi realizada pesquisa com profissionais do mercado e foram analisadas estruturas curriculares de cursos nacionais e internacionais que são mais bem posicionadas em rankings nacionais e internacionais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico da Engenharia Química e início do Curso na UFSCar

Devido às grandes transformações advindas da Revolução Industrial na Inglaterra e o início da produção de bens de consumo em escala industrial, a partir do século XVIII, a produção de alguns químicos em larga escala se tornou de grande interesse comercial. Neste cenário, a extração natural de muitos produtos como carbonato de sódio ou potássio deixa de ser suficiente, surgindo assim a necessidade de desenvolvimento de processos industriais para a produção dessas matérias primas.

No início do século XIX, o termo “Engenheiro Químico” referia-se a Engenheiros Mecânicos especializados em máquinas que envolviam químicos ou a Químicos com conhecimentos de química em escala industrial. A Engenharia Química como disciplina foi criada somente em 1888, quando o professor Lewis Norton do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) fundou o “Curso X”, a primeira forma estruturada de educação em Engenharia Química.

No Brasil, o primeiro curso de Engenharia Química foi criado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) em 1925. Em 1976, o curso chegou à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), tendo sua implementação assessorada pelos Engenheiros Químicos e professores da Escola Politécnica da USP George Kury Kachan e Gilberto Della Nina.

Aprovado em 30 de abril de 1976, o curso de Engenharia Química da UFSCar teve seu primeiro vestibular em julho do mesmo ano. Deste momento até os dias atuais, o curso passou por quatro alterações curriculares visando sempre acompanhar as tendências tecnológicas e sociais, o que refletiu na alteração de carga horária, número de vagas e estrutura curricular. Como reflexo destas modificações, o curso hoje é citado como um dos melhores do país.

Em sua estruturação inicial, foi baseado nas principais escolas do Estado de São Paulo, enfatizando atividades de práticas laboratoriais. Para isso, foi desenvolvido um dos mais completos laboratórios de Fenômenos de Transporte. Quanto à constituição do Corpo Docente, foram selecionados para compor o Departamento de Engenharia Química, professores das melhores escolas do eixo Rio de Janeiro - São Paulo com formações diversas como Engenharia Química, Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais, Física e Química.

A primeira reforma curricular teve seu início em 1980 e teve como principais fatores a proposta de alteração de disciplinas e ementas por parte de outros departamentos, a solicitação de algumas modificações pelo Conselho Federal de Educação, a necessidade de uma revisão geral dos requisitos exigidos na matrícula em algumas disciplinas e a necessidade da criação de novas disciplinas pela reestruturação do conjunto de disciplinas básicas. Como resultado, ocorreram basicamente mudanças de ementas e nomes de disciplinas, não alterando a carga horária e os requisitos.

Em 1984, a partir da decisão da Câmara de Graduação da UFSCar (CaG), foi recomendado aos cursos da universidade um reestudo dos seus currículos visando a redução do número de créditos. Desta forma, foi realizada a segunda reforma curricular a partir da redefinição de ementas, fusão e/ou eliminação de disciplinas e otimização do seu número de créditos. A estrutura curricular definida nesta reforma, foi aplicada por mais de 12 anos e foi a responsável pelo sucesso do Curso e de seus profissionais no mercado de trabalho (UFSCAR, 2009).

No final dos anos 90, houve uma aceleração do desenvolvimento científico e tecnológico com aspectos relacionados com a informática, qualidade, meio ambiente e segurança. Essa aceleração somada à abertura de mercado e à globalização, resultou na necessidade de uma nova reforma curricular a fim de garantir aos egressos uma preparação robusta para enfrentar os desafios tecnológicos impostos pela sociedade.

Assim, em 1998, através de uma Comissão de Reformulação Curricular, a Coordenação de Curso vigente promoveu ampla discussão a respeito das disciplinas do vigentes na época considerando uma participação mais ativa e independente do aluno no processo de aprendizagem, introdução de um maior uso de métodos computacionais e de informática durante o processo de ensino/aprendizagem, procurando estimular sua capacidade criativa e inovadora na solução de desafios tecnológicos. A partir destas discussões, na reforma de 1998 foram definidos (DEQ UFSCAR, 2009):

- Aproximação o aluno das disciplinas específicas de Engenharia Química mais cedo, fazendo com que a disciplina de “Introdução a Engenharia Química” voltasse a fazer parte do currículo possibilitando uma visão geral da profissão e do curso;
- Reestruturação dos laboratórios didáticos por meio da criação de disciplinas de laboratório específicas de Fenômenos de Transporte, Operações Unitárias e Engenharia das Reações;

- Maior utilização de recursos computacionais ao longo de todo o curso e não apenas em disciplinas específicas de programação e simulação;
- Criação das disciplinas Desenvolvimento de Processos 1 e 2 com o objetivo de estimular a capacidade criativa e inovadora dos alunos por meio de um projeto em grupo sob orientação de docentes;
- Inclusão de disciplina obrigatória sobre Gestão da Produção e Qualidade, Controle Ambiental e Estágio Supervisionado.

Com uma natureza inovadora, a terceira reforma curricular proporcionou ao currículo profundas modificações de conteúdo visando a melhoria do perfil do egresso do curso.

2.2. Atual Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Química da UFSCar

Como uma de suas atribuições, o Ministério da Educação deve regular e padronizar o ensino superior brasileiro. Para isso, são elaboradas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's). As DCN's estabelecem uma visão estratégica para a formação universitária dos cursos específicos por meio de definições sobre o que se espera do perfil e competências do profissional formado, da organização do curso de graduação, da avaliação das atividades e do corpo docente.

As primeiras DCN's para os cursos de Engenharia foram instituídas em 2002 por meio da Resolução CNE/CES nº 11/2002 que em seu Art. 3º determina que *“o Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”*. (MEC, 2002)

Além das Diretrizes Curriculares, também se faz necessário o acompanhamento e a determinação do Projeto Pedagógico em linha com a legislação vigente. Para o ensino de Engenharia, a lei estabelece carga horária mínima de 3600 horas. Na construção do Projeto Pedagógico atual, também foi colocada a obrigatoriedade do Estágio Supervisionado com carga horária de 180 horas, seguindo a nova lei de estágio (Lei Nº 11.788) e o Trabalho de Graduação relacionado ao curso.

Desta forma, o atual Projeto Pedagógico atual tem como base as Diretrizes Curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES nº 11 de 11/03/2002), as “Normas para a Criação e Reformulação dos Cursos de Graduação/UFSCar” (Parecer CaG/CEPE nº 171/98, substituído pela portaria GR nº 771/04, de 18 de junho de 2004) e o “Perfil Geral do Profissional a ser Formado na UFSCar” (Parecer CEPE/UFSCar no 776/2001).

Elaborado pela Comissão de Reformulação Curricular aprovado na 27ª Reunião Ordinária do Conselho de Coordenação de Curso de Engenharia Química em 19/09/2002, constituída pelo Prof. Dr. Alberto Colli Badino Junior, Prof. Dr. Everaldo César da Costa Araújo, Prof. Dr. Luiz Fernando de Moura e Prof. Dr. Paulo Ignácio Fonseca de Almeida do Departamento de Engenharia Química (UFSCAR, 2009).

Dentre as mudanças, pode-se citar como principais:

- Diminuição do número total de créditos para permitir que os alunos realizem estudos dirigidos e trabalhos extraclasse sob a supervisão de professores e fusão de conteúdos possibilitando a proposta de novas disciplinas:
 - Diminuição da carga horária da disciplina Cálculo Diferencial e Integral 1 de 6 créditos (5 créditos teóricos + 1 crédito prático) para 4 créditos (3 créditos teóricos + 1 crédito prático);
 - Substituição das disciplinas Cálculo Diferencial e Séries (3 créditos teóricos + 1 crédito prático) e Equações Diferenciais e Aplicações (3 créditos teóricos + 1 crédito prático) pelas disciplinas Cálculo 2 (3 créditos teóricos + 1 crédito prático) e Séries e Equações Diferenciais (3 créditos teóricos + 1 crédito prático).
- Alterações no encadeamento de grupos de disciplinas:
 - Cálculo 2 e Séries e Equações Diferenciais seguido por Métodos de Matemática Aplicada e, por fim, Fenômenos de Transporte;
 - Balanços de Massa e Energia seguida por Termodinâmica para Engenharia Química 1, logo após Termodinâmica para Engenharia Química 2 e, por fim, Operações Unitárias da Indústria Química 3;
 - Fenômenos de Transporte 1 seguido por Fenômenos de Transporte 2, logo após Fenômenos de Transporte 3 e, por fim, Laboratório de Fenômenos de Transporte;

- Projetos de Algoritmos e Programação Computacional para Engenharia Química (disciplina nova) seguida por Cálculo Numérico e, por fim, Análise e Simulação de Processos Químicos (UFSCAR, 2009).
- Visando a redução da carga horária nos últimos períodos devido à procura e realização de estágios, foi proposta matriz curricular que apresenta disciplinas mais laboratoriais;
- Substituição da disciplina “Projeto de Algoritmos e Programação Fortran” pela nova “o Projetos de Algoritmos e Programação Computacional para Engenharia Química” a fim de ampliar o contato com diferentes linguagens de programação;
- Redefinição das Disciplinas Estágio Supervisionado e Trabalho de Graduação, conforme mencionado anteriormente;
- Reconhecimento de Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão como Atividades Curriculares com atribuição de créditos a constar no histórico escolar do aluno.

2.3. Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019

Em linha com o objetivo das DCN’s publicadas em 2002, foram publicadas as DCN’s de 2019 por meio da Resolução CNE/CES nº 2 de 24/04/2019. As novas diretrizes visam estabelecer uma atualização quanto à visão do perfil e competências do profissional formado, da organização do curso de graduação, da avaliação das atividades e do corpo docente. Nos próximos tópicos serão apresentadas algumas dessas definições.

2.3.1. Perfil e Competências esperadas do Egresso

Sobre perfil e competências, pode-se considerar que são abordados dois aspectos: habilidades técnicas (*hard skills*) e habilidades comportamentais (*soft skills*). Para as habilidades técnicas, é esperado que o Engenheiro em seu ambiente de trabalho seja capaz de:

- Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia de forma criativa utilizando técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;
- Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação;

- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos de Engenharia;
- Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia;
- Compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente. Atuando sempre de forma a respeitar a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando;
- Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação (MEC, 2019)

Com relação às habilidades comportamentais, as DCN's indicam que é esperado do profissional Engenheiro:

- Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares de forma colaborativa, ética e profissional, reconhecendo e convivendo com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);
- Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (MEC, 2019)

Diante dos direcionamentos trazidos pelo documento de 2019, é importante ressaltar a inclusão, com relação às DCN's publicadas em 2002, de aspectos relacionados à sustentabilidade no que se espera do perfil do egresso.

2.3.2. Organização do Curso de Graduação em Engenharia

Em seu Art. 6º, a Resolução CNE/CES 02/2019 determina que: *“O curso de graduação em Engenharia deve possuir Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que*

contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso” (MEC, 2019)

Nos incisos do Art 6º, as diretrizes determinam que em seus projetos pedagógicos os cursos devem descrever claramente o perfil do egresso e as competências que devem ser desenvolvidas, o regime acadêmico de oferta, a duração do curso e as atividades de ensino-aprendizagem com seus respectivos conteúdos. Dentre essas atividades, devem ser contempladas as de natureza básica, específica, de ensino e extensão, incluindo as de natureza prática.

Devem constar como componente curricular obrigatório o Projeto Final de Curso e o Estágio Curricular Supervisionado com carga horária mínima de 160 horas. Além disso, devem ser abordadas as sistemáticas de avaliação das atividades e o processo de autoavaliação e gestão do processo de aprendizagem especificando suas responsabilidades e governança, de modo que sejam avaliadas as competências desenvolvidas e elaborados planos de ação para melhoria do aprendizado.

Ao longo de todo o capítulo sobre a organização do curso, aborda-se a necessidade e obrigatoriedade de atividades práticas. Citam-se aulas laboratoriais e atividades de extensão que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, como trabalhos de iniciação científica, projetos interdisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em grupo, participação em empresas juniores, entre outros. Metodologias para aprendizagem ativa também devem ser estimuladas como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.

A carga horária e tempo de integralização também devem estar descritos no Projeto Pedagógico do curso e é determinado que se deve seguir o estabelecido pela Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de junho de 2007. Como disciplinas básicas do curso de Engenharia, define-se que deve contemplar os seguintes conteúdos: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; e Química (MEC, 2019).

A partir deste cenário, pode-se compreender a necessidade de estudar e entender maneiras de incluir temáticas sustentáveis no curso de Engenharia Química da UFSCar. Por meio deste trabalho, será possível entender o cenário atual do mercado e o nível de conhecimento dos estudantes, podendo assim apresentar sugestões para a reestruturação do curso.

2.4. Desenvolvimento Sustentável

2.4.1. Histórico

A discussão sobre temas ambientais teve início nos anos 70. Até então, era comum pensar que os recursos naturais eram inesgotáveis e que a Terra suportaria toda ação humana. Um dos marcos mais importantes da história do meio ambiente foi a convocação da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1972. A conferência aconteceu na cidade de Estocolmo, Suécia, e contou com a presença de 113 países e mais 400 instituições governamentais e não governamentais.

A conferência de 1972 teve como principal objetivo ser o meio prático de encorajar e fornecer diretrizes para promover e melhorar o ambiente humano, buscando remediar e prevenir os danos. Como resultado dos debates gerados por esta reunião, tem-se a “Declaração sobre o Meio Ambiente Humano” que contém 19 princípios que representaram um Manifesto Ambiental para aquela época e que são válidos até hoje. A declaração evidencia que “defender e melhorar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações se tornou uma meta fundamental para a humanidade” (ONU).

A partir desta conferência, a temática de Desenvolvimento Sustentável foi ganhando espaço nas discussões políticas e sociais globais, sendo necessária a continuação do debate sobre o tema em uma segunda reunião. Em 1992, ocorreu no Rio de Janeiro o maior evento realizado no âmbito das Nações Unidas até então: a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92, Eco-92 ou Cúpula da Terra. Neste encontro, os 172 países presentes reconheceram o conceito de Desenvolvimento Sustentável e começaram a moldar ações com o objetivo de proteger o meio ambiente.

As discussões partiram do pressuposto de que, se todos almejam alcançar o mesmo padrão de desenvolvimento que os países ricos, não haverá recursos naturais suficientes sem que sejam feitos grandes danos ao meio ambiente. Concluiu-se na reunião que para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento, é necessário incluir os pilares econômicos, ambientais e sociais. Desta forma, ficou acordado que os países em desenvolvimento deveriam receber apoio financeiro e tecnológico para alcançarem um nível de desenvolvimento que fosse sustentável (DISCUSSÃO, 2012).

Em 2002, a ONU convocou a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +10), realizada em Johannesburgo, África do Sul. Teve como objetivo analisar os

resultados alcançados até o momento e indicar os caminhos a serem seguidos para implementação dos compromissos. A agenda de debates incluiu energias renováveis e responsabilidade ambiental das empresas, bem como a necessidade de que todos os atores sociais somem esforços na promoção do desenvolvimento sustentável.

Marcando os 20 anos da conferência de 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20) foi realizada em junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro. O objetivo da Conferência foi renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes. Os principais temas discutidos foram a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

2.4.2. Definição

O termo “Desenvolvimento Sustentável” foi disseminado no Relatório Brundtland, intitulado por Relatório Nosso Futuro Comum, de 1987, criado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Como diretriz, possui a ideia de um desenvolvimento que atenda às necessidades das gerações presentes sem comprometer a habilidade das gerações futuras de suprirem suas próprias necessidades.

Elaborada na Rio +10, a Declaração de Joanesburgo estabelece que o Desenvolvimento Sustentável se baseia em três pilares: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. Entende-se que para realizar uma ação de proteção ao meio ambiente bem sucedida, é necessário acompanhar todas as perspectivas de desenvolvimento econômico, de inclusão social e de geração de empregos na região em questão. A Figura 1 representa a formação da sustentabilidade a partir dos três pilares definidos anteriormente.

Figura 1: Definição de sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Engineering (2005).

Enquanto a sustentabilidade pode ser definida como a junção dos três pilares, o Desenvolvimento Sustentável é o processo de se mover para essa região (ENGINEERING, 2005). O desenvolvimento social, o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental coexistindo e interagindo juntamente trazem o Desenvolvimento Sustentável em suas ações e negócios.

Nos últimos tempos, tem crescido no mercado financeiro a preocupação com a sustentabilidade. Devido a isso, questões ambientais, sociais e de governança passaram a ser consideradas essenciais nas análises de riscos e nas decisões de investimentos pressionando o setor empresarial, o que aumentou o uso e a visibilidade da sigla em inglês ESG (*Environmental, Social and Governance*).

O termo ESG surgiu em 2004 de uma provocação do secretário-geral da ONU Kofi Annan a 50 CEOs de grandes instituições financeiras, sobre como integrar fatores sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais, não significando uma evolução na sustentabilidade empresarial, mas sim a implementação robusta da própria sustentabilidade nas empresas. No mundo atual, as informações ESG são indicativos de solidez, custos mais baixos, melhor reputação e maior resiliência em meio às incertezas e vulnerabilidades.

2.4.3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Nos anos 90, foram estabelecidos oito grandes objetivos globais, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Eles foram assumidos pelos países-membros da ONU e abrangiam ações específicas de combate à fome e à pobreza, associadas à implementação de políticas de saúde, saneamento, educação, habitação, promoção da

igualdade de gênero e meio ambiente, além de medidas para o estabelecimento de uma parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Entre 1990 e 2015, os ODMs foram desdobrados em 21 metas e tiveram seus progressos medidos por 60 indicadores que consideravam os avanços nesse período. Na época os objetivos eram muito voltados a países em desenvolvimento e foram bem sucedidos em seu propósito.

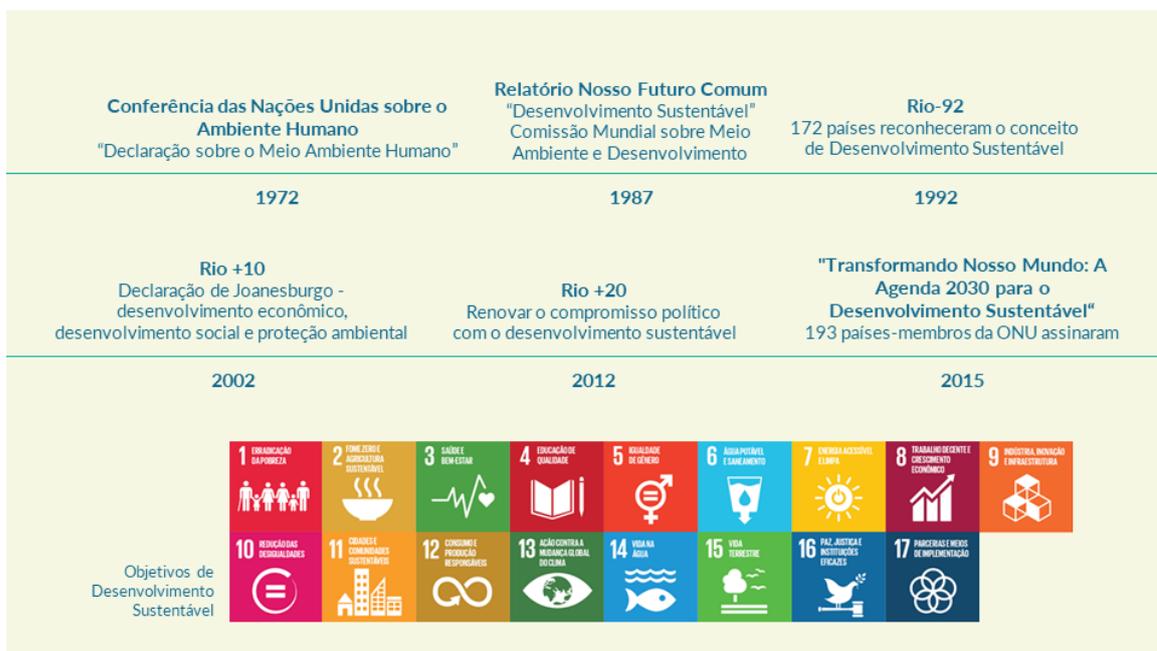
Com o vencimento do período de execução dos ODM se aproximando, em 2012, durante a Rio+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada no Rio de Janeiro, foi construído um documento contendo novos objetivos que passariam a vigorar no período pós-2015. Dois anos depois, em 2015, os 193 países-membros da ONU assinaram o documento intitulado "Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável" que contém os 17 ODS desdobrados em 169 metas a serem cumpridas até 2030 pelos países. Os 17 objetivos são:

1. Erradicação da pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
2. Fome zero e agricultura sustentável: Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.
3. Saúde e bem-estar: Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
4. Educação de qualidade: Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
5. Igualdade de gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
6. Água potável e saneamento: Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.
7. Energia limpa e acessível: Garantir o acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos.
8. Trabalho decente e crescimento econômico: Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos.
9. Indústria, inovação e infraestrutura: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

10. Redução das desigualdades: Reduzir as desigualdades no interior dos países e entre países.
11. Cidades e comunidades sustentáveis: Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.
12. Consumo e produção responsáveis: Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis.
13. Ação contra a mudança global do clima: Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.
14. Vida na água: Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
15. Vida Terrestre: Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade.
16. Paz, Justiça e Instituições eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis.
17. Parcerias e meios de implementação: Reforçar os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

As medidas tomadas na Agenda 2030 são ousadas e transformadoras, por isso precisam do engajamento de todos, tanto do setor público quanto privado, desta forma será possível colocar o mundo em um caminho sustentável e resiliente, comprometendo-se com todos e todas. O objetivo é assegurar que todos os seres humanos consigam desfrutar de uma vida próspera e de realização, tendo o progresso econômico, social e tecnológico ocorrendo em harmonia com a natureza (MUNDO, 2016). Na Figura 2 é possível observar um resumo das informações apresentadas acima.

Figura 2: Definição de sustentabilidade



Fonte: Arquivo pessoal.

2.5. Sustentabilidade na Engenharia Química

De acordo com o relatório de engenharia da UNESCO publicado em 2010, a Engenharia é o “campo ou disciplina, prática, profissão e arte que se relaciona com o desenvolvimento, aquisição e aplicação de conhecimento técnico, científico e matemático sobre compreensão, design, desenvolvimento, invenção, inovação e uso de materiais, máquinas, estruturas, sistemas e processos para fins específicos”. Alinhado a isso, sabe-se que, desde o surgimento da profissão de Engenharia Química no século XIX, esses profissionais passaram a ter um papel significativo nas grandes revoluções que o mundo tem passado, em especial aquelas ligadas às indústrias químicas.

Com as grandes revoluções, surgiram grandes impactos tanto positivos quanto negativos, como aquecimento global, mudanças climáticas, desastres ambientais, doenças respiratórias, poluição do ar e água. Desta forma, o papel do Engenheiro Químico na mitigação destes impactos torna-se extremamente relevante no que é conhecido como a sustentabilidade corporativa, possuindo forte responsabilidade no desenvolvimento sustentável.

A Engenharia Química, sendo conhecida como especialista em processos, tem ampla atuação nos processos de uma indústria química para aplicação dos conceitos de desenvolvimento sustentável. Um bom exemplo pode ser a reformulação de um processo

antigo levando em consideração princípios da química e engenharia sustentável, como a substituição de rotas com compostos poluentes por rotas inovadoras e tecnológicas.

Além da vertente ambiental, a Engenharia Química também possui responsabilidades nos pilares social e econômico. No âmbito social, foca em atender as necessidades dos indivíduos e do crescimento das comunidades; no lado econômico, apoia as inovações, fornecendo qualidade e mais benefícios em comparação ao custo total (GAGNON, 2008).

A partir do que foi apresentado sobre as demandas do mundo corporativo em questões de sustentabilidade, o domínio do tema torna-se um diferencial para o profissional de Engenharia. Diferentemente do que era esperado no início da profissão, quando a preocupação com o desenvolvimento sustentável ainda não era uma questão latente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Partindo da hipótese que os alunos do curso de Engenharia Química da UFSCar ingressam no mercado de trabalho pouco qualificados nas temáticas de sustentabilidade e visando construir proposta para inserção do tema na estrutura curricular, foram realizadas pesquisas a fim de entender o cenário atual da formação de Engenheiros e Engenheiras no Brasil e as expectativas do mercado ao receber os profissionais recém formados.

Com esse objetivo, elaboraram-se dois questionários eletrônicos via *Google Formulários*. O Questionário 1 foi enviado pelas redes sociais (*WhatsApp* e *Facebook*) aos discentes e egressos de Engenharia Química e outros cursos tanto da UFSCar quanto demais universidades do Brasil. O questionário ficou aberto do dia de 22 de março ao dia 05 de abril 2022 e com ele foi possível coletar percepções amplas e diversas sobre o ensino de sustentabilidade em todo o país.

O Questionário 2 foi elaborado para envio às empresas visando construir o perfil esperado pelo mercado para profissionais recém formados em questões de sustentabilidade. Ele foi enviado diretamente aos colaboradores das empresas por e-mail e ficou aberto do dia 18 de junho ao dia 12 de julho de 2022.

Para a análise das respostas aos questionários, foi utilizado o método quantitativo que utiliza uma metodologia baseada em números, métricas e cálculos matemáticos, traduzindo os dados obtidos numericamente em percentuais.

Como segunda etapa do trabalho e partindo das respostas ao Questionário 1, do Ranking Universitário Folha (RUF) 2019, do Guia da Faculdade do Estadão e do QS Ranking, publicado pela *Quacquarelli Symonds*, foram selecionados os cursos de Engenharia Química mais bem

pontuados nacionais e internacionais, sendo dois de universidades públicas, além da UFSCar, e um de universidade privada, mais um curso em universidade do exterior. Para esses cursos foi feita análise da estrutura curricular e ementas das disciplinas e atividades que envolvem quesitos de sustentabilidade. As estruturas dos cursos foram mapeadas nos sites das universidades e departamentos escolhidos. A partir desta análise, foi possível entender as boas práticas implementadas no ensino de Engenharia Química com viés sustentável no Brasil e assim, criar propostas para inserção e/ou alteração de atividades/ensino na estrutura atual do curso de graduação da UFSCar.

3.1. Apresentação da Pesquisa via Google Formulários

Nesta seção do trabalho serão apresentadas as questões que fazem parte dos Questionários 1 e 2. Ambos foram respondidos de forma anônima, mas são compostos por uma breve identificação com características do respondente, a fim de facilitar o agrupamento das respostas, e por questões quantitativas para preenchimento individual. Desta forma, pode-se classificar esta pesquisa como uma Pesquisa de Campo.

O Questionário 1 é composto por 22 questões, sendo as 5 primeiras para identificação do respondente quanto ao curso, universidade, ano de ingresso e ocupação atual. Na sequência as questões foram segregadas em 3 seções com diferentes objetivos: “Sustentabilidade no seu dia a dia”, “O quanto a formação do engenheiro é sustentável?” e “Como é e como poderia ser”.

Na primeira seção, o objetivo principal é entender qual o grau de conhecimento do respondente sobre sustentabilidade e como ele considera ter adquirido esses conhecimentos. A seção 2 objetiva captar a percepção sobre o ensino e abordagem do tema durante a graduação. Por fim, a última seção foi elaborada visando coletar insumos para construção da proposta de alteração da estrutura curricular. No Quadro 1 estão apresentadas as questões e seus objetivos individuais.

Quadro 1: Descrição e Objetivo das Perguntas Utilizadas no Questionário 1

Nº QUESTÃO	DESCRIÇÃO	OBJETIVO
1.1	Qual seu curso de graduação?	Identificação do curso do respondente
1.2	Qual instituição de ensino você estuda/estudou?	Identificação da instituição de ensino do respondente

1.3	Qual seu ano de ingresso no curso?	Identificação do ano que o respondente ingressou no curso para entendimento de qual etapa do ele se encontra
1.4	Você é aluno(a) da graduação ou egresso?	Identificação de respondentes estudantes ou egressos
1.5	Qual sua ocupação?	Levantamento da ocupação dos respondentes na universidade e/ou mercado
1.6	O quanto você conhece as Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia?	Levantamento do conhecimento dos respondentes acerca do tema que que direciona o trabalho
2.1	Quando ingressou na graduação, o quanto esperava aprender sobre sustentabilidade ao longo do curso?	Levantamento da expectativa dos respondentes sobre sustentabilidade na graduação cursado
2.2	Como você avalia seu conhecimento sobre sustentabilidade?	Levantamento do conhecimento dos respondentes sobre sustentabilidade
2.3	O quanto você utiliza os conceitos de sustentabilidade no seu dia a dia?	Levantamento do uso do tema sustentabilidade no dia a dia dos respondentes
2.4	Na sua rotina (trabalho e/ou estudos), o quanto você sente que é cobrado para ter conhecimentos sobre sustentabilidade?	Levantamento das expectativas do ambiente de trabalho/estudos dos respondentes sobre sustentabilidade

2.5	Você acredita que seu conhecimento sobre sustentabilidade foi adquirido de qual(is) forma(s)?	Levantamento das fontes de conhecimento sobre sustentabilidade para os respondentes
3.1	O quanto seu curso de graduação aborda/abordou temáticas ambientais?	Investigação sobre o quanto os cursos de graduação abordaram temáticas ambientais
3.2	O quanto seu curso de graduação aborda/abordou temáticas sociais?	Investigação sobre o quanto os cursos de graduação abordaram temáticas sociais
3.3	O quanto seu curso de graduação aborda/abordou temáticas econômicas, éticas e de governança?	Investigação sobre o quanto os cursos de graduação abordaram temáticas econômicas, éticas e de governança
3.4	O quanto seu curso de graduação investe/investiu na formação de engenheiros(as) com a responsabilidade social?	Levantamento da percepção dos respondentes sobre a formação com responsabilidade social
3.5	O quanto seu curso de graduação investe/investiu na formação de engenheiros(as) com papel no desenvolvimento sustentável?	Levantamento da percepção dos respondentes sobre a formação de profissionais com papel no desenvolvimento sustentável
3.6	Você considera que o seu curso incentiva a sustentabilidade (através de disciplinas, atividades pontuais, projetos de extensão e/ou entidades), de forma a estimular a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável?	Levantamento da percepção dos respondentes sobre o incentivo à sustentabilidade por meio de disciplinas, atividades pontuais, projetos de extensão e/ou entidades

4.1	Em uma escala de 0 a 5, o quanto você acredita que seu curso explora temas reais do mercado de trabalho? IMPORTANTE: NÃO CONSIDERE nesta questão projetos e atividades de extensão fora da estrutura curricular	Levantamento do nível de abordagem de temáticas reais do mercado de trabalho em atividades da estrutura curricular
4.2	Em uma escala de 0 a 5, o quanto você acredita que tenha oportunidade de explorar temas reais do mercado de trabalho? IMPORTANTE: Nesta questão CONSIDERE APENAS projetos e atividades de extensão fora da estrutura curricular	Levantamento do nível de abordagem de temáticas reais do mercado de trabalho em projetos e atividades de extensão fora da estrutura curricular
4.3	Existem diversas formas de abordar a sustentabilidade durante a graduação. Em quais dessas formas o tema FOI ABORDADO na sua formação?	Levantamento das formas em que a sustentabilidade foi abordada ao longo da formação do respondente
4.4	Na sua opinião, em quais dessas alternativas o aprendizado sobre sustentabilidade poderia ser mais efetivo?	Levantamento da percepção dos respondentes sobre as formas mais efetivas para o aprendizado de sustentabilidade durante a formação
4.5	Caso tenha algum comentário ou sugestão para maior robustez do trabalho, utilize esse espaço :)	Espaço aberto para quaisquer pontos que o respondente queira acrescentar

O Questionário 2 é composto por 18 questões, sendo a primeira delas uma questão para demonstração de ciência e aceite para compartilhamento das informações corporativas. Assim como no Questionário 1, as questões seguintes foram segregadas em 3 seções com diferentes objetivos: “Identificação”, “Colaboradores recém-formados e sustentabilidade” e “Sustentabilidade no seu dia a dia”.

A primeira seção contém questões para identificação do segmento da empresa e informações profissionais do respondente. A segunda seção tem como objetivo principal captar as expectativas do mercado para profissionais recém-formados. Por fim, a última seção é opcional e tem como foco entender qual o grau de conhecimento do respondente sobre sustentabilidade e como ele utiliza esses conhecimentos em seu dia a dia. No Quadro 2 estão apresentadas as questões e seus objetivos individuais.

Quadro 2: Descrição e Objetivo das Perguntas Utilizadas no Questionário 2

Nº QUESTÃO	DESCRIÇÃO	OBJETIVO
1.1	Estou ciente e aceito compartilhar as informações inseridas neste formulário para utilização no Trabalho de Conclusão de Curso em questão.	Demonstração de ciência e aceita para o compartilhamento das informações corporativas
2.1	Qual o segmento da empresa?	Mapeamento dos segmentos representados pelas respostas
2.2	Nome da empresa (NÃO OBRIGATÓRIO)	Identificação opcional da empresa para posterior bate papo
2.3	Qual sua área?	Identificação da área do respondente dentro da empresa
2.4	Qual seu cargo?	Identificação do cargo do respondente dentro da empresa
2.5	Há quanto tempo atua no segmento?	Identificação da experiência do respondente no segmento em que atua
2.6	Qual sua formação?	Levantamento da formação dos respondentes

3.1	O quanto sua empresa espera que colaboradores recém formados tenham conhecimentos gerais em sustentabilidade?	Investigação sobre o quanto a empresa espera dos profissionais de forma geral sobre sustentabilidade
3.2	O quanto sua empresa espera que colaboradores recém formados tenham conhecimento em temáticas ambientais?	Investigação sobre o quanto a empresa espera dos profissionais sobre temáticas ambientais
3.3	O quanto sua empresa espera que colaboradores recém formados tenham conhecimento em temáticas sociais?	Investigação sobre o quanto a empresa espera dos profissionais sobre temáticas sociais
3.4	O quanto sua empresa espera que colaboradores recém formados tenham conhecimento em temáticas econômicas, éticas e de governança?	Investigação sobre o quanto a empresa espera dos profissionais sobre temáticas econômicas, éticas e de governança
3.5	Você considera que sua empresa incentiva a sustentabilidade, de forma a estimular a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável?	Levantamento sobre o engajamento da empresa no incentivo à responsabilidade social e desenvolvimento sustentável
3.6	Caso queira acrescentar alguma informação o tema, utilize este espaço	Espaço aberto para quaisquer pontos que o respondente queira acrescentar
3.7	Gostaria de continuar e responder mais 4 perguntas sobre a sustentabilidade no seu dia a dia?	Questão para direcionamento do respondente ao final do questionário ou à próxima seção

4.1	Como você avalia seu conhecimento sobre sustentabilidade?	Levantamento do conhecimento dos respondentes sobre sustentabilidade
4.2	O quanto você utiliza os conceitos de sustentabilidade no seu dia a dia?	Levantamento do uso do tema sustentabilidade no dia a dia dos respondentes
4.3	Na sua rotina, o quanto você sente que é cobrado para ter conhecimentos sobre sustentabilidade?	Levantamento das expectativas do ambiente de trabalho dos respondentes sobre sustentabilidade
4.4	Você acredita que seu conhecimento sobre sustentabilidade foi adquirido de qual(is) forma(s)?	Levantamento das fontes de conhecimento sobre sustentabilidade para os respondentes

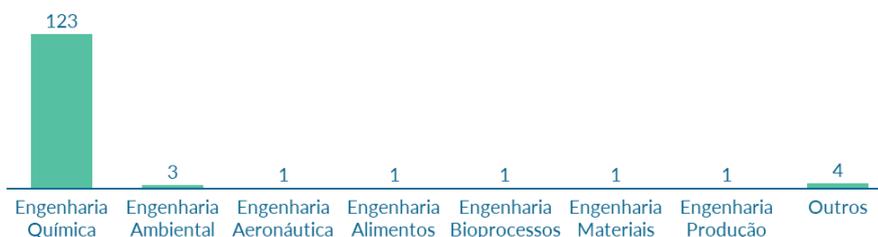
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados das Pesquisas via *Google Formulários*

Ao longo dos 15 dias em que o Questionário 1 permaneceu aberto para respostas online, alunos de diferentes instituições e cursos participaram, o que permitiu uma ampliação do público esperado inicialmente.

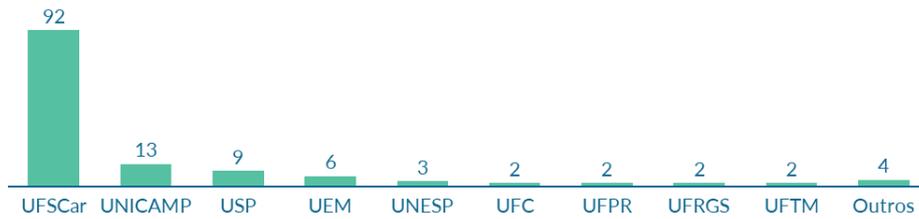
Ao todo foram recebidas 135 respostas, sendo 123 participantes discentes e egressos do curso de Engenharia Química. Nesta amostra, 89 são estudantes da UFSCar, sendo 20 egressos e 69 discentes. O detalhamento da amostra por curso e universidade pode ser observado nos diagramas representados nas Figuras 3 e 4.

Figura 3: Número de respondentes de acordo com o curso de graduação



Fonte: Arquivo pessoal.

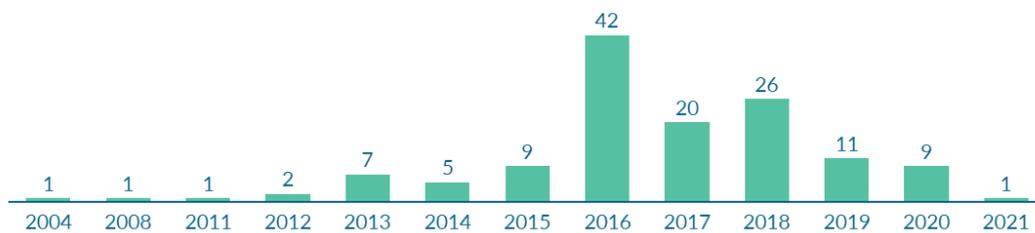
Figura 4: Número de respondentes de acordo com a universidade



Fonte: Arquivo pessoal.

Além da diversidade de cursos e universidades, pode-se observar na amostra a representatividade de alunos de anos distintos da graduação (Figura 5). Esta informação, permitiu mapear os diferentes níveis de experiência com o curso e a fim de entender a relação desta maturidade com as expectativas sobre o tema.

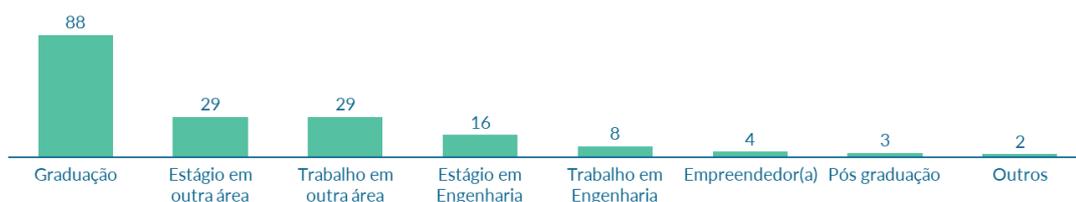
Figura 5: Número de respondentes de acordo com o ano de Ingresso



Fonte: Arquivo pessoal.

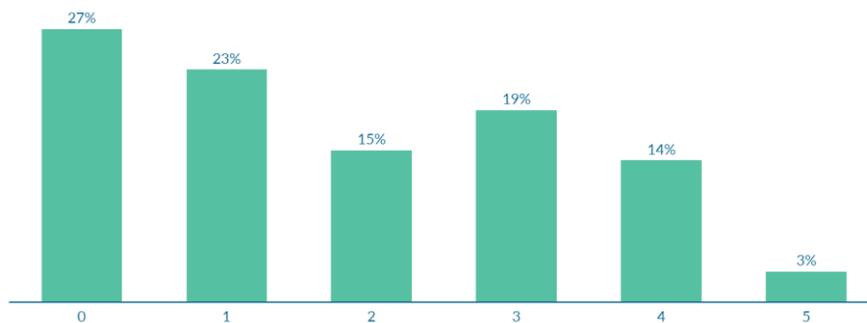
Ainda na primeira seção, foram realizadas perguntas a fim de mapear a ocupação atual dos participantes, informação relevante para realizar levantamento das áreas de atuação e relacioná-las com o nível de conhecimento em sustentabilidade. Também foi realizada pergunta sobre o grau de conhecimento acerca das DCN's. Os resultados podem ser observados nas Figuras 6 e 7.

Figura 6: Número de respondentes de acordo com a ocupação atual



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 7: Número de respondentes de acordo com o conhecimento acerca das DCN's



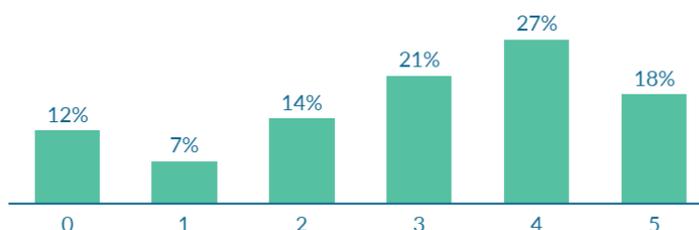
Fonte: Arquivo pessoal.

Nos resultados da Figura 7, nota-se que ao se tratar da regulamentação do Ministério da Educação sobre a atualização dos cursos, pouco mais de 35% tem conhecimento mediano sobre o tema (notas 2 e 3) e cerca de 45% dos alunos não possuem conhecimento (notas 0 e 1). Desta forma, apenas 20% dos participantes demonstraram conhecer as Diretrizes (notas 4 e 5), o que resulta em uma baixa contribuição dos discentes e egressos em ações relacionadas às diretrizes na reformulação dos projetos pedagógicos dos cursos.

Nas quatro questões seguintes, foi possível entender o perfil dos respondentes diante do tema de sustentabilidade a partir de respostas em uma escala de 0 a 5, sendo 0 o que representa nenhuma concordância como a questão proposta e 5 total concordância. Cerca de 45% dos participantes apresentaram altas expectativas em aprender sobre o tema ao longo do curso de graduação (notas 4 e 5), enquanto apenas 12% não tinha expectativa alguma (nota 0).

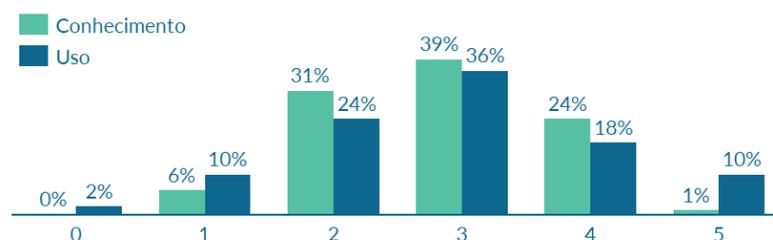
Em contraste com essa informação, quando questionados sobre seu conhecimento em sustentabilidade, menos de 1% respondeu ter domínio sobre o assunto (nota 5). Apesar do baixo conhecimento autoavaliado, mais de 27% utilizam os conceitos de sustentabilidade em seu dia a dia e são cobrados por isso (notas 4 e 5). Os resultados completos sobre essas questões estão apresentados nas Figuras 8 e 9.

Figura 8: Expectativa de aprendizado sobre sustentabilidade ao ingressar na graduação



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 9: Conhecimento versus uso dos conceitos no dia a dia dos discentes e egressos

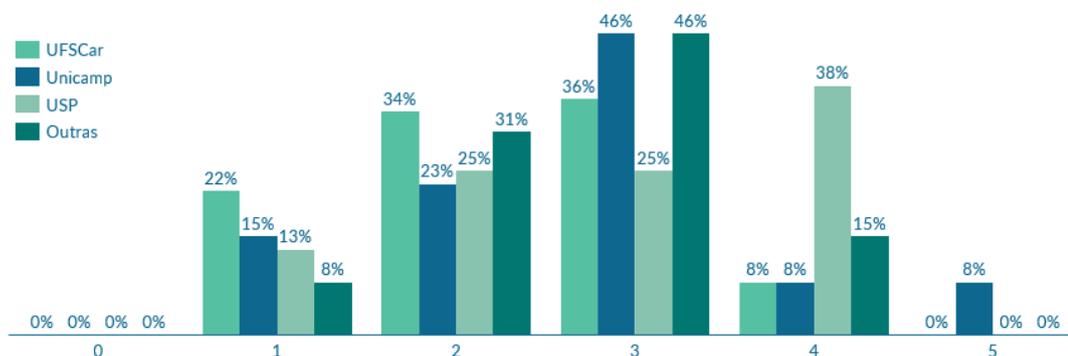


Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com o Art. 3º, V e VI, da Resolução Nº 2 que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais, é esperado do egresso do curso de engenharia perfil e competências que considerem os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho e que atuem com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável. Desta forma, foram levantadas questões visando entender o quanto o curso contribui neste aspecto.

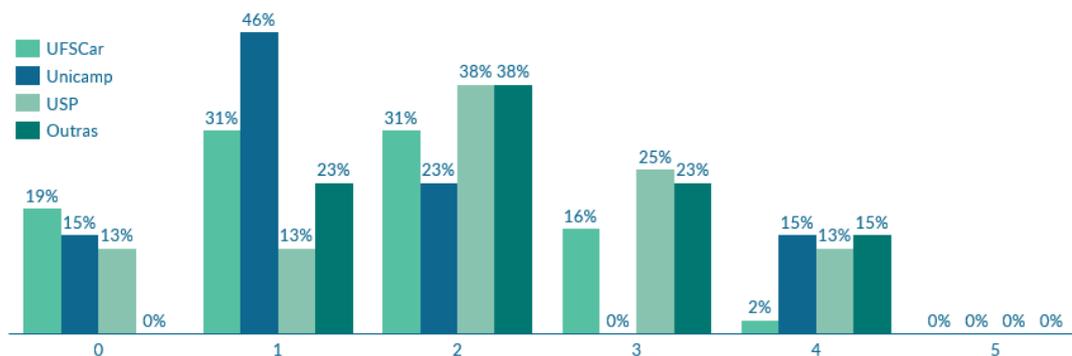
A partir desse questionamento, entre os estudantes de Engenharia Química na UFSCar que responderam à pesquisa, apenas 8% consideraram que o curso aborda temáticas ambientais, 2% temáticas sociais e 7% temáticas econômicas, éticas e de governança (notas 4 e 5). Nesta questão é importante ressaltar o contraste com a percepção apresentada pelos estudantes de Engenharia Química de outras universidades: 21% consideram que o curso aborda temáticas ambientais, 9% temáticas sociais e 21% temáticas econômicas, éticas e de governança (notas 4 e 5). Nas Figuras 10, 11 e 12 são apresentados os resultados por instituição de ensino de Engenharia Química.

Figura 10: Percepção sobre a abordagem em temáticas ambientais por instituição de ensino de Engenharia Química



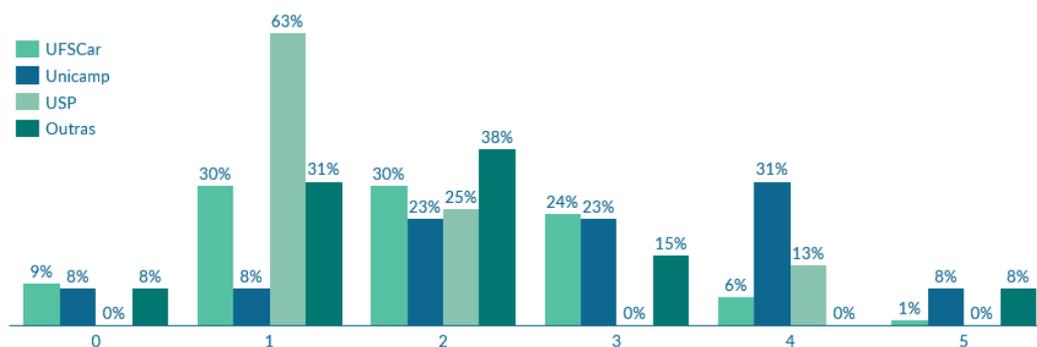
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 11: Percepção sobre a abordagem em temáticas sociais por instituição de ensino de Engenharia Química



Fonte: Arquivo pessoal.

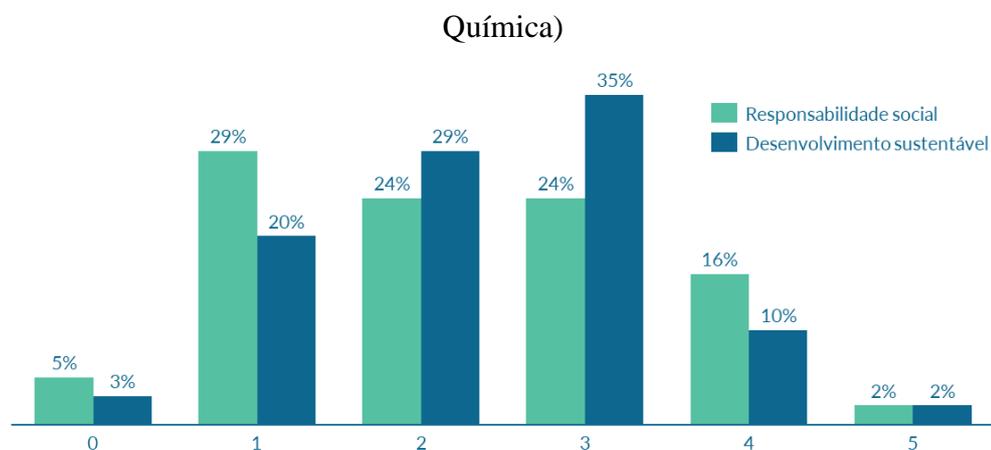
Figura 12: Percepção sobre a abordagem em temáticas econômicas, éticas e de governança por instituição de ensino de Engenharia Química



Fonte: Arquivo pessoal.

Quando questionados sobre responsabilidade social e desenvolvimento sustentável, 12% dos estudantes de Engenharia Química da UFSCar entendem que o curso investe na formação de engenheiros(as) com responsabilidade social e 9% entende que a formação incentiva o papel dos(as) engenheiros(as) no desenvolvimento sustentável. No cenário da Engenharia Química em outras universidades, os números são relativamente maiores: 32% para a responsabilidade social e 21% para o desenvolvimento sustentável. Nas Figura 13 são apresentados os resultados para a amostra de Engenharia Química.

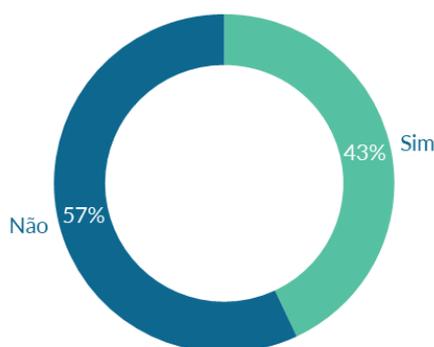
Figura 13: Percepção sobre o investimento do curso na formação de engenheiros(as) com responsabilidade social e papel no desenvolvimento sustentável (amostra: Engenharia



Fonte: Arquivo pessoal.

De maneira geral, a percepção dos estudantes entrevistados demonstra que a maioria dos respondentes entende que os temas não são abordados de forma satisfatória pelos cursos de graduação. Surgindo neste cenário, grande oportunidade para mapeamento de alterações nas estruturas que podem ser feitas visando aumentar essa satisfação. Dentre as universidades contempladas, a UNICAMP apresentou destaque nas respostas tendo 62% dos estudantes que consideram que o curso de Engenharia Química incentiva a sustentabilidade por meio de disciplinas, atividades, projetos de extensão e/ou entidades, frente a 43% dos estudantes de Engenharia Química da UFSCar. Na Figura 14 é apresentado o resultado desta questão para a amostra da Engenharia Química da UFSCar.

Figura 14: Percepção quanto ao incentivo do curso à sustentabilidade por meio de disciplinas, atividades, projetos de extensão e/ou entidades (amostra: Engenharia Química UFSCar)

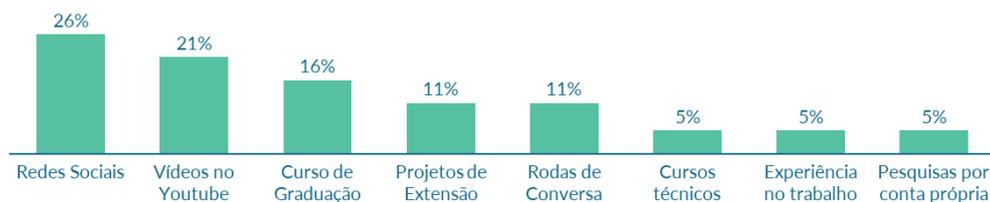


Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com os estudantes, o conhecimento em sustentabilidade que possuem foi obtido principalmente em Redes Sociais e Vídeos do Youtube. Desta forma, percebe-se que a maior parte do conhecimento foi adquirido de forma autônoma. Nesta questão apenas 16% considera que o curso de graduação foi fonte de conhecimento sobre o tema (Figura 15).

Alinhado a isso, quando questionados sobre a forma em que a sustentabilidade foi abordada ao longo do curso de graduação, 34,4% considera que o aprendizado ocorreu em disciplinas específicas optativas e obrigatórias, 20,8% em atividades extracurriculares e 15,5% em tópicos de sustentabilidade dentro de disciplinas obrigatórias (Figura 16).

Figura 15: Formas em que o conhecimento em sustentabilidade foi adquirido pelos discentes e egressos



Fonte: Arquivo pessoal.

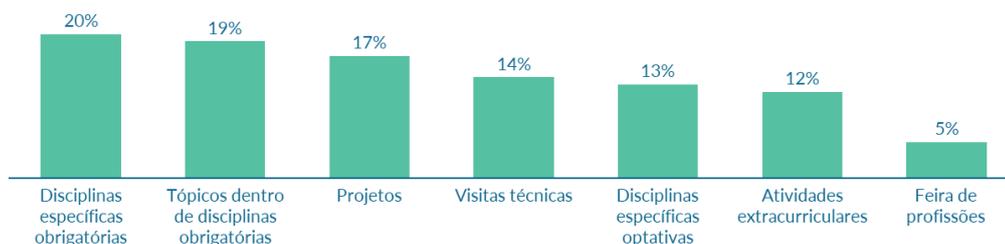
Figura 16: Formas em que a sustentabilidade foi abordada na formação



Fonte: Arquivo pessoal.

Frente ao diagnóstico da abordagem do tema na formação, 20% dos respondentes consideram que o aprendizado poderia ser mais efetivo por meio de disciplinas específicas obrigatórias e 19% por meio de tópicos de sustentabilidade dentro de disciplinas obrigatórias, seguido por projetos, visitas técnicas e disciplinas específicas optativas. O detalhamento do resultado está representado na Figura 17.

Figura 17: Alternativas em que o aprendizado sobre sustentabilidade poderia ser mais efetivo



Fonte: Arquivo pessoal.

A partir dos resultados da pesquisa feita com os estudantes, é possível questionar o quanto a autoavaliação reflete a realidade sobre os conhecimentos e como pode ser influenciada pela falta de familiaridade com os conceitos. Uma vez que os respondentes não entendem ou dominam todos os conceitos e questões envolvidas no termo “sustentabilidade”, podem não ter clareza para responder se possuem conhecimento ou não sobre o tema.

Analisando o cenário diagnosticado pela pesquisa, pode-se compreender que embora grande parte dos estudantes esperem aprender sobre sustentabilidade ao ingressar na graduação, sentem que o tema não é abordado de forma completa e prática pelas disciplinas obrigatórias. Questão importante para destacar é que considerando a amostra de alunos que já passaram por todas as disciplinas (ingresso até 2016), pode-se observar que 59% considera que o curso não incentiva a sustentabilidade. Quando chegam ao mercado de trabalho, são cobrados pelos conhecimentos e utilizam com recorrência, então acabam aprendendo sobre os conceitos de forma autônoma por meio da internet e experiências práticas.

Neste contexto, fica retratada a importância de um embasamento teórico durante a formação acadêmica para que os alunos tenham um norte ao necessitarem de aprofundamento em questões específicas dentro de cada vertente de sustentabilidade.

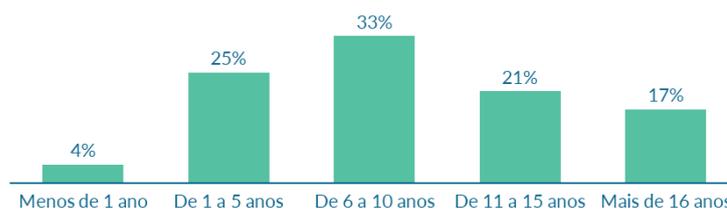
Conforme esperado a partir das respostas dos estudantes com relação à cobrança no ambiente profissional e indo de encontro com o cenário nos cursos de graduação, a partir dos resultados do Questionário 2, pode-se compreender a realidade em que o mercado tem vivido no que tange à sustentabilidade. Durante os 25 dias em que a pesquisa recebeu respostas, foram obtidas 24 participações de profissionais de diferentes setores, tempo de experiência e formações acadêmicas (Figuras 18, 19 e 20). Essa diversidade amostral gera maior abrangência dos resultados obtidos.

Figura 18: Número de respondentes de acordo com o setor de atuação



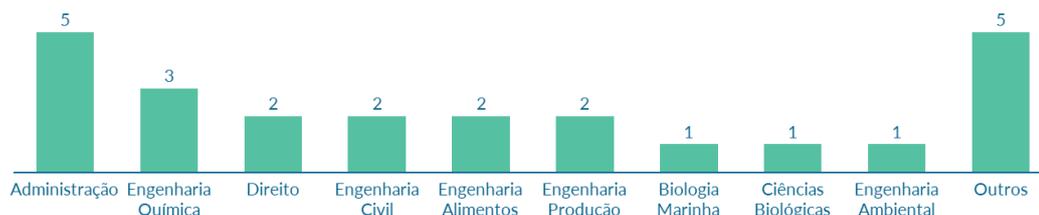
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 19: Número de respondentes de acordo com o tempo de atuação no setor



Fonte: Arquivo pessoal.

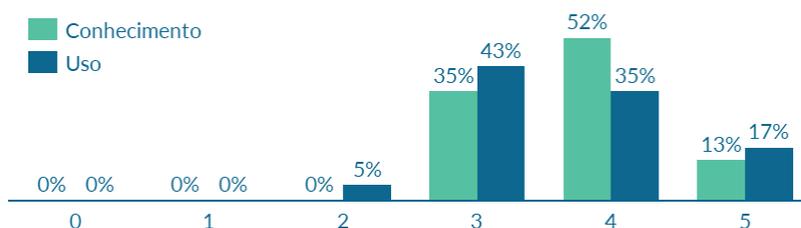
Figura 20: Número de respondentes de acordo com a formação acadêmica



Fonte: Arquivo pessoal.

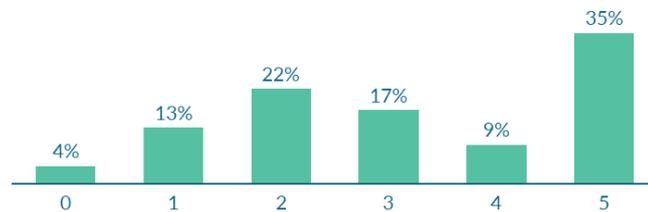
Enquanto grande parte dos estudantes não considera ter conhecimento sobre sustentabilidade, no mercado mais de 65% dos profissionais entrevistados consideram ter domínio sobre o tema e mais de 43% se sente cobrado em ter esses conhecimentos (notas 4 e 5). Além disso, mais da metade dos profissionais utilizam os conceitos de sustentabilidade no dia a dia. Esses dados podem ser observados nas Figuras 21 e 22.

Figura 21: Conhecimento versus uso dos conceitos no dia a dia dos profissionais



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 22: Cobrança na rotina dos profissionais para terem conhecimentos sobre sustentabilidade

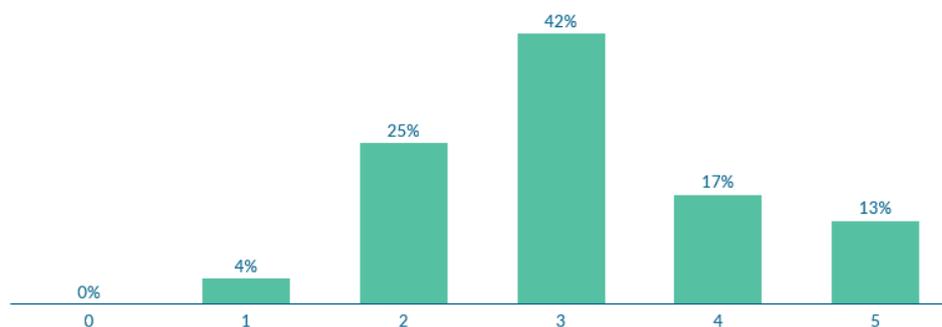


Fonte: Arquivo pessoal.

Quando as mesmas perguntas foram feitas para os profissionais do mercado de trabalho, foi possível comparar o nível de cobrança das empresas frente ao ensino oferecido pela UFSCar. Dentre os respondentes, 30% consideram que a empresa espera que os profissionais recém-formados tenham conhecimentos em temáticas ambientais, 29% em temáticas sociais e 38% em temáticas econômicas, éticas e de governança (notas 4 e 5), como mostram as Figuras 23, 24 e 25.

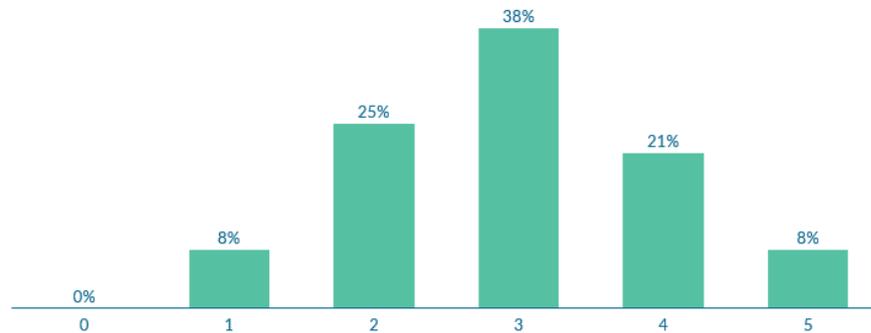
Focando na questão do incentivo à sustentabilidade, conforme o esperado, o mercado encontra-se bastante à frente das universidades, tendo 92% das respostas concordando que a empresa incentiva e estimula a sustentabilidade (Figura 26).

Figura 23: Percepção sobre a expectativa das empresas para o conhecimento de temáticas ambientais dos profissionais recém-formados



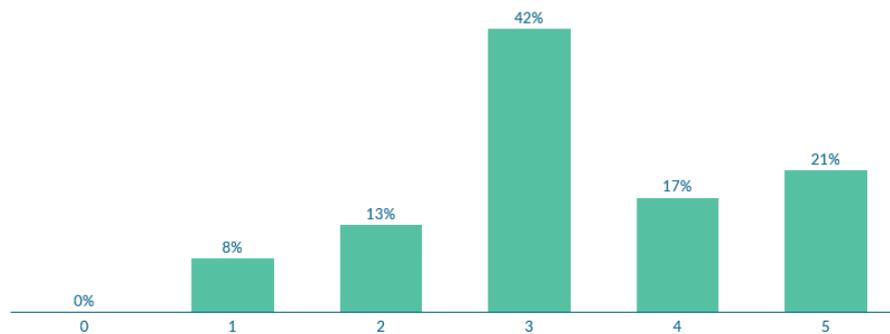
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 24: Percepção sobre a expectativa das empresas para o conhecimento de temáticas sociais dos profissionais recém-formados



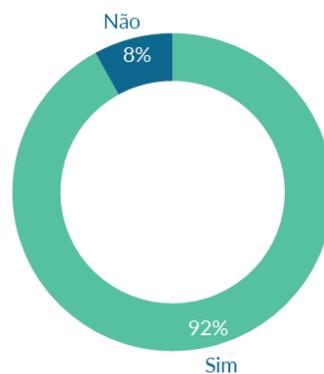
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 25: Percepção sobre a expectativa das empresas para o conhecimento de temáticas econômicas, éticas e de governança dos profissionais recém-formados



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 26: Incentivo das empresas à sustentabilidade

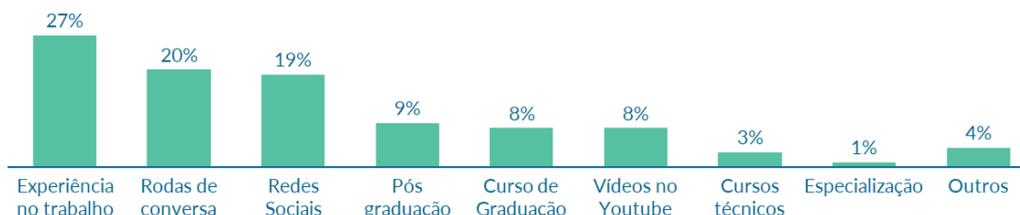


Fonte: Arquivo pessoal.

Para o grupo de profissionais, a maior fonte de conhecimento sobre sustentabilidade é a experiência no mercado de trabalho (27%). Mas grande parte dos entrevistados menciona que Rodas de Conversa e Redes Sociais também fizeram parte do seu aprendizado. Enquanto

apenas 8% adquiriu seu conhecimento em um curso de graduação e 9% em uma pós graduação, como pode ser observado na Figura 27.

Figura 27: Formas em que o conhecimento em sustentabilidade foi adquirido pelos profissionais entrevistados



Fonte: Arquivo pessoal.

Apesar de ser evidente que a vivência no dia a dia em uma empresa que incentiva a sustentabilidade seja uma grande fonte de conhecimento sobre o tema, também é esperado que os profissionais recém formados tenham ao menos conhecimentos básicos para que possam se aprofundar ao longo de sua trajetória profissional. Para isso, a universidade aparece como primeiro passo frente a esse desafio, uma vez que para se aprofundar e/ou ter domínio em um tema, faz-se necessário ao menos ter sido introduzido aos conceitos básicos.

4.2. Sustentabilidade em cursos de Engenharia Química em grandes universidades

Com o objetivo de entender como os conceitos de sustentabilidade vêm sendo abordados em cursos de graduação, foi realizada uma análise de currículos. Para essa análise, foram selecionados cursos de graduação com base nas universidades nacionais mais bem pontuadas no Ranking Universitário Folha (RUF) 2019 e no Guia da Faculdade do Estadão. Para obter uma visão global, também foi selecionada uma universidade internacional a partir do QS Ranking, publicado pela Quacquarelli Symonds, do Reino Unido. Nos tópicos a seguir são detalhadas as abordagens em cada uma das universidades.

4.2.1. CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

Iniciado em 1946, o curso de Engenharia Química da FEI foi o primeiro da então denominada Faculdade de Engenharia Industrial. Sendo reconhecida como uma das melhores universidades particulares de Engenharia Química do Brasil, é possível observar que em seus mais de 75 anos de história este curso mostra-se atual e abrangente nas temáticas relevantes para a formação dos engenheiros e engenheiras.

Voltada para a frente de sustentabilidade, pode-se observar a existência de três disciplinas obrigatórias que abordam questões sociais, éticas e de meio ambiente. No Quadro 3 estão apresentados os resumos das disciplinas e suas respectivas cargas horárias.

Quadro 3: Mapeamento de disciplinas do Centro Universitário FEI que abordam aspectos de sustentabilidade

Disciplina	Objetivo	Carga Horária
Ética	O âmbito da ética. Relações étnico-raciais, discriminação e xenofobia. Ética da Lei Natural. Fundamentos da Lei Natural. A opção fundamental e os comportamentos concretos. Direito natural e direito positivo. Ética, ciência e tecnologia. Éticas aplicadas: códigos de ética profissionais; ética dos negócios e ética concorrencial.	40 horas
Tratamento de Águas e Efluentes	Qualidade de água na natureza; classificação dos mananciais e das impurezas; características físicas, químicas e biológicas das águas; tratamento de águas para fins potáveis e industriais; características físicas e químicas e biológicas dos efluentes; tratamentos físicos, químicos e biológicos de efluentes; processos aeróbicos e anaeróbicos de efluentes.	80 horas
Ecologia e Sustentabilidade	A questão ambiental e a vida humana. Teoria Ecológica: Sociedade, Desenvolvimento e Meio Ambiente. O Impacto das novas tecnologias. Eficiência energética. Produção Mais Limpa. Eco eficiência. Logística reversa. Produção sustentável e Análise de Ciclo de Vida do Produto. Normas e Certificações.	40 horas

4.2.2. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE MASSACHUSETTS (MIT)

O QS Ranking, publicado pela Quacquarelli Symonds, do Reino Unido, é um *ranking* que avalia instituições de ensino considerando seis fatores:

- Reputação acadêmica;
- Reputação junto aos empregadores;
- Proporção entre o número de alunos e professores;
- Citações por docente;
- Proporção de professores estrangeiros e de alunos do exterior.

De acordo com a edição de 2023, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) foi considerado a melhor universidade do mundo. Referência por suas pesquisas nas áreas de ciências exatas e biológicas, o MIT já formou mais de 80 laureados com o prêmio Nobel.

A estrutura de disciplinas obrigatórias do curso de Engenharia Química do MIT não possui ementas que envolvem sustentabilidade. No entanto, ao longo de todo o curso os alunos possuem diversas oportunidades oferecidas pela instituição como a Especialização em Meio Ambiente e Sustentabilidade. Esta especialização é aberta para todos os alunos de graduação e visa a aplicação dos conhecimentos dos cursos principais a problemas críticos e desafiadores da humanidade.

Também acontece a Iniciativa de Soluções Ambientais do MIT que une engenharia, política e ciências sociais, design, humanidades e artes em direção a um futuro centrado nas pessoas e que seja positivo para o planeta. Essas ofertas permitem que os alunos aprendam ao lado de especialistas e possam relacionar os cursos a problemas reais que o planeta enfrenta. Com isso, os alunos adaptam sua formação aos seus objetivos profissionais, preparando-se para aplicar os princípios de sustentabilidade em diversos contextos de trabalho.

4.2.3. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

Criada em 1934, a Universidade de São Paulo (USP) é a maior e mais importante universidade pública do Brasil. Com campi espalhados em 8 cidades do estado de São Paulo, a USP conta com mais de 180 cursos e 58 mil alunos matriculados. O curso de Engenharia Química é oferecido no campus de Lorena e de São Paulo, sendo o segundo o mais antigo e o que será detalhado neste trabalho.

Dentro da Cidade Universitária, em São Paulo, existe a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli) que hoje é referência nacional e considerada a mais completa faculdade de Engenharia da América Latina. Entre os 17 cursos oferecidos pela Poli, o curso de Engenharia Química destaca-se por ser organizado em períodos quadrimestrais e realizado em cooperação com empresas.

Os dois primeiros anos do curso são ministrados em regime semestral. A partir do terceiro ano, o aluno ingressa no regime quadrimestral, constituído de nove módulos. Desses, cinco são dedicados a aulas, nas dependências da Escola, e quatro a estágios, realizados em empresas. Os módulos acadêmicos e de estágio são cursados alternadamente. Uma vantagem desta estrutura é a separação entre o estágio e as aulas, permitindo que o aluno não precise dividir sua dedicação entre as aulas e a prática no mercado.

Analisando a estrutura de disciplinas obrigatórias, pode-se observar a introdução dos conceitos de sustentabilidade na disciplina Introdução à Engenharia Química e um aprofundamento de questões ambientais atuais na disciplina Engenharia e Meio Ambiente. Os objetivos e os programas resumidos dessas disciplinas estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Mapeamento de disciplinas da USP que abordam aspectos de sustentabilidade

Disciplina	Programa Resumido	Carga Horária
Introdução à Engenharia Química	Palestras e visita sobre o papel do engenheiro químico na sociedade. Desenvolvimento de um estudo de caso de uma indústria química e seus impactos sobre a sustentabilidade. Laboratórios sobre fundamentos de transformações químicas.	30 horas
Engenharia e Meio Ambiente	O curso irá tratar, do ponto de vista da engenharia, das relações entre as atividades humanas e o ambiente com uma contextualização histórica da evolução dos problemas ambientais associados à diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico do país e também das novas ferramentas para integração do	75 horas

	desenvolvimento econômico e proteção ambiental. Para tanto serão apresentados em sala de aula temas relacionados aos processos de poluição em escalas local e global, com destaque para a poluição da água, ar e solo, fundamentos sobre mecanismos de controle da poluição e a responsabilidade do engenheiro na sua ocorrência, para que posteriormente sejam discutidas as novas ferramentas disponíveis para uma melhor atuação do engenheiro em relação às questões ambientais, como prevenção da poluição, licenciamento ambiental, produção mais limpa e gestão ambiental.	
--	---	--

4.2.4. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)

Conforme apresentado nos resultados da pesquisa com os discentes, dentre as universidades contempladas, a UNICAMP apresentou destaque nas respostas tendo 62% dos estudantes considerando que o curso de Engenharia Química incentiva a sustentabilidade por meio de disciplinas, atividades, projetos de extensão e/ou entidades.

De acordo com os respondentes da UNICAMP, 25% acredita que a sustentabilidade foi abordada em tópicos dentro de disciplinas obrigatórias, 19% em disciplinas específicas optativas e 17% em disciplinas específicas obrigatórias. Analisando o projeto pedagógico atual, pode-se observar a presença do tema nas disciplinas apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5: Mapeamento de disciplinas da UNICAMP que abordam aspectos de sustentabilidade

Disciplina	Ementa	Carga Horária
EQ101 - Introdução a Processos e Indústrias Químicas	O que é Engenharia Química? Desenvolvimento de um processo. Ciências da Engenharia Química. Operações Unitárias. Indústria Química.	30 horas

EQ861 - Preservação do Meio Ambiente	Conceitos de poluição e poluentes. Visão histórica. Poluição atmosférica: efeitos regionais e globais, inventário de emissões, controle de emissões. Poluição das águas: qualidade, processo de tratamento, reuso e conservação da água. Resíduos sólidos: classificação, gerenciamento e processos de tratamento e disposição final. Legislação e Normas.	60 horas
--------------------------------------	--	----------

A disciplina EQ101 é ministrada no primeiro semestre do curso de Engenharia Química da UNICAMP em caráter introdutório. Entre os conteúdos abordados, pode-se observar um tópico dedicado à introdução da Engenharia Química Responsável com conceitos de ética, meio ambiente e sociedade.

Ao final do curso, no oitavo semestre, é ministrada a disciplina EQ861. Tendo toda a ementa voltada para a temática sustentabilidade, são abordados desde temas básicos como a visão histórica, seus conceitos e legislação, até temáticas avançadas como inventário de emissões e processos de gerenciamento e tratamento dos resíduos líquidos e sólidos. Visando ampliar essa abordagem, foi estruturada e proposta uma nova estrutura que será detalhada no próximo tópico.

4.2.4.1. Proposta Nova Estrutura

A partir das novas DCN's, o Núcleo Docente Estruturante (NDE) da UNICAMP, em conjunto com todo o corpo docente da Faculdade de Engenharia Química (FEQ), estruturou uma nova matriz curricular para o curso de Engenharia Química desta universidade. Após quatro anos de trabalho em cima da proposta, ela foi divulgada no início de 2022 em uma Consulta Pública.

A primeira etapa desta reformulação foi a definição do perfil dos egressos e as competências a serem desenvolvidas. O perfil dos egressos definido foi:

“Os egressos do curso de engenharia química são profissionais com sólida formação técnica e científica, espírito crítico, empreendedor e de inovação, capazes de analisar, sintetizar, projetar, operar e otimizar processos físicos, químicos e biotecnológicos. Devem sempre empregar seus conhecimentos em benefício da sociedade, respeitando os princípios de sustentabilidade, de saúde e de segurança, observando a legislação e os atos

normativos vigentes e atuando com rigor ético e responsabilidade social.”
(NDE, FEQ UNICAMP, 2022)

A partir dessa definição, foram elencadas oito Competências Gerais/Socioemocionais e oito Competências Específicas/Técnicas visando garantir o perfil do egresso proposto. Para cada Competência Específica foi desenhada uma trilha de aprendizado para o desenvolvimento de cada competência. Abaixo estão listadas as Competências Específicas.

1. Identificar, modelar e simular fenômenos físico-químicos e biológicos no contexto das indústrias química, biotecnológica e de materiais;
2. Selecionar e/ou desenvolver e aplicar ferramentas matemáticas, computacionais e estatísticas, considerando critérios de eficiência, para problemas com diferentes graus de complexidade;
3. Elaborar hipóteses e validá-las por meio de planejamento e execução de experimentos, com análise e tratamento de dados, empregando o método científico;
4. Analisar e sintetizar sistemas e processos e conceber/desenvolver produtos, considerando o potencial de escalabilidade e viabilidade econômica;
5. Projetar processos físicos, químicos e biotecnológicos, atendendo aos requisitos de projeto;
6. Supervisionar e coordenar a operação de processos físicos, químicos e biotecnológicos;
7. Avaliar cenários distintos buscando otimizar todas as etapas do ciclo de vida do processo;
8. Aplicar os princípios da sustentabilidade, de economia circular e de saúde e segurança em todas as suas atividades profissionais.

As trilhas de aprendizado norteiam a concepção de cada disciplina da proposta do novo currículo. A partir delas, foram desenhadas atividades, trilhas de conteúdo e experiências que auxiliam o aluno no desenvolvimento de cada competência. Neste trabalho, será explorada a 8ª trilha de aprendizado, vinculada à aplicação dos princípios da sustentabilidade, de economia circular e de saúde e segurança.

Esta trilha tem carga horária total de 210 horas (10 créditos) e foi dividida em três momentos:

1. Prover os fundamentos de sustentabilidade e meio ambiente;
2. Aplicação dos fundamentos em problemas complexos da sociedade;
3. Compreensão do risco e como estimá-lo.

Para cada um dos momentos, foi estruturada uma disciplina obrigatória. A atual *EQ861 Preservação do Meio Ambiente* (carga horária: 4 créditos) foi dividida em duas disciplinas: *EQ280 - Engenharia e Sustentabilidade 1* e *EQ281 - Engenharia e Sustentabilidade 2*, com cargas horárias de 4 e 6 créditos respectivamente. Na primeira são abordados conceitos e ferramentas de engenharia ambiental, enquanto na segunda os alunos aplicarão as ferramentas de engenharia ambiental em problemas da sociedade.

Encerrando a oitava trilha, foi criada a *disciplina EQ282 - Análise de Riscos Industriais* (carga horária: 4 créditos) que tem como objetivo apresentar aos alunos metodologias qualitativas e quantitativas para análise de riscos industriais por meio da elaboração de projetos baseados em cenários reais.

Atualmente a proposta encontra-se na etapa de Consulta Pública recebendo contribuições da comunidade acadêmica e demais setores interessados. Após esta etapa, será formatada a proposta final para que a UNICAMP possa avançar nos próximos passos visando a implementação.

4.2.5. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Conforme relatado pelos alunos entrevistados, o curso de Engenharia Química da UFSCar possui oportunidades de melhorias para uma abordagem mais robusta em questões de sustentabilidade. No entanto, atualmente a estrutura curricular aborda alguns conceitos de sustentabilidade nas disciplinas que compõem sua estrutura curricular. Visando entender quais temas de sustentabilidade estão contemplados nas disciplinas, foi realizada uma verificação, a partir dos objetivos e ementas de cada uma das disciplinas somada à experiência da autora ao longo da graduação, para correlacionar os objetivos de cada uma delas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da ONU. Segue no Quadro 6 as disciplinas mapeadas ODS.

Quadro 6: Mapeamento de ODS relacionadas às disciplinas de EQ da UFSCar

3° Semestre		
Disciplina	Objetivo	ODS
Sociologia Industrial e do Trabalho	Possibilitar aos alunos de graduação a compreensão do trabalho enquanto categoria fundamental para análise da sociedade capitalista, fornecendo ferramentas críticas para a interpretação das transformações sociais.	  
9° Semestre		
Disciplina	Objetivo	ODS
Controle Ambiental	Apresentar e discutir os principais poluentes, suas causas e efeitos e a legislação pertinente. Analisar os métodos de controle e discutir sua adequação a casos práticos. Desenvolver nos alunos o espírito para análise da questão ambiental, sobretudo no que diz respeito à atuação do Engenheiro Químico.	   
10° Semestre		
Disciplina	Objetivo	ODS
Gestão da Produção e da Qualidade	Capacitar os alunos na utilização de métodos e técnicas estatísticas para o controle e melhoria da qualidade de produtos e processos industriais.	
Optativas		
Disciplina	Objetivo	ODS
Introdução à Tecnologia de Biocombustíveis	Apresentar conceitos gerais sobre produção e aplicação de biocombustíveis, como etanol, biogás, biodiesel.	

Introdução ao Tratamento Anaeróbio de Águas Residuárias	Fornecer visão geral dos princípios básicos de digestão anaeróbia e fornecer critérios relativos ao projeto e à operação de reatores anaeróbios, com ênfase aos tanques sépticos, aos filtros anaeróbios e aos reatores de manta de Iodo (UASB).	
---	--	---

Como pode ser observado no Quadro 6, algumas disciplinas da estrutura obrigatória do plano atual contemplam alguns ODS. Na ementa da disciplina “Sociologia Industrial e do Trabalho” estão contempladas questões que envolvem conceitos sobre a estruturação do trabalho em seu contexto social ao longo dos anos, histórico da conquista do direito de trabalho para as mulheres, direitos dos trabalhadores, entre outros, trazendo desta forma embasamento para que os discentes, mesmo que de forma não intencional, estejam orientados à ações vinculadas aos ODS 5, 8 e 10, pensando em igualdade de gênero, trabalho decente e crescimento econômico e redução das desigualdades.

Na disciplina “Gestão da Produção e da Qualidade”, são abordados conteúdos cujo objetivo é ampliar a visão dos discentes para a gestão da produção e qualidade. Por meio de atividades, são aplicadas metodologias que visam a melhoria do sistema de produção, reduzindo desperdícios e otimizando os processos. A partir do uso das metodologias aprendidas, é possível atrelar ações que estejam orientadas ao ODS 9, com objetivo de modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis.

“Controle Ambiental” é a disciplina que mais aborda conteúdos relacionados ao meio ambiente. Em sua ementa, constam temas como: principais poluentes gasosos, líquidos e sólidos, suas causas, efeitos e a legislação vigente; e gestão ambiental no contexto de atuação de Engenheiros e Engenheiras Químicos. Por meio de seminários apresentados em grupos, são levantadas semanalmente discussões que embasam o conhecimento dos estudantes para atuações voltadas à disponibilização de água potável e saneamento, mudanças climáticas e manutenção da vida na água e na terra, temas dos ODS 6, 13, 14 e 15, respectivamente.

Entendendo que os temas podem ser abordados de formas diferentes por cada docente, nas disciplinas listadas acima, cabe revisão na ementa para que seja acrescentado tópico vinculando os assuntos às questões de sustentabilidade trazidas

pelos respectivos ODS, desta forma todos os futuros profissionais terão o conhecimento necessário para se engajarem na temática pois entenderão como os conteúdos aprendidos se conectam com a Agenda 2030.

Além das disciplinas obrigatórias, algumas optativas como “Introdução à Tecnologia de Biocombustíveis” e “Introdução ao Tratamento Anaeróbio de Águas Residuárias” trazem temas relacionados às ODS 7 e 6, respectivamente, falando sobre energia limpa e tratamento de águas residuárias. Dentro do currículo atual, os alunos precisam cursar ao menos duas disciplinas optativas técnicas dentre as oferecidas. Desta forma, esses conteúdos podem ser incorporados em sua formação dependendo de sua escolha. Nas demais disciplinas, a abordagem poder ser analisada e discutida pelos docentes pois o tema tem potencial de permear todo o currículo, sendo mais diretamente abordado em algumas disciplinas do que outras.

No contexto de atividades extracurriculares, os alunos possuem oportunidades de envolvimento em temáticas de sustentabilidade por meio da Semana da Engenharia Química (SEQ). A SEQ ocorre anualmente sempre com temas que abordam conteúdos atuais e casos reais. Desde 2007, as agendas da semana contemplam em seu conteúdo aspectos de sustentabilidade. Como destaque, em 2020, com o tema “Engenharia 4.0: Indústrias de Bens de Consumo e a Sustentabilidade” foram convidados profissionais experientes do mercado para falar com os alunos em palestras e minicursos sobre sustentabilidade no ambiente corporativo, polímeros e sustentabilidade, sustentabilidade na indústria química, entre outros.

Para a semana de 2021, em linha com a abordagem das novas DCN’s, a temática escolhida foi: “Responsabilidade Social do Engenheiro Químico”. Palestras e bate papos sobre transição energética, químicos renováveis e tratamento de efluentes envolveram os alunos durante 2 semanas de evento. Além disso, um minicurso sobre reciclagem e biodegradação foi ministrado.

Com base na revisão bibliográfica deste trabalho, nas pesquisas realizadas e nas análises das melhores universidades do país, pode-se ter a dimensão da necessidade urgente do conhecimento em sustentabilidade. Este tema vem crescendo dia após dia e ganhando espaço em discussão nos diversos ambientes, como pode ser visto no trecho abaixo retirado da matéria publicada pela jornalista Vanessa Fajardo:

“Neste momento em que os desafios naturais são tão prementes – ao mesmo tempo em que parecem crescer os adeptos do negacionismo climático – o “E” do ESG

ganha espaço no currículo. Mesmo os cursos de graduação que não são do campo das Ciências da Natureza abordam os temas ligados ao meio ambiente e sustentabilidade em disciplinas independentes ou de maneira transversal. [...] As organizações de todos os setores são responsáveis pelo desenvolvimento do mundo, e por isso podem ser, em algum momento, causadoras, vítimas ou solucionadoras de problemas ambientais. Por outro lado, há uma pressão da sociedade para que os impactos negativos sejam mitigados: por isso a necessidade de formar profissionais que saibam lidar com a sustentabilidade” (FAJARDO, 2022).

Em linha ao objetivo deste trabalho e com base no que foi apresentado acima, conclui-se que a Agenda 2030 pode ser considerada como um norte para a adequação do curso ao cenário atual de sustentabilidade global. Desta forma, são necessárias alterações na estrutura curricular atual do curso de Engenharia Química da UFSCar visando maior abordagem dos conceitos de sustentabilidade, vinculando-os a ações práticas por meio dos ODS. Embora seja um curso consolidado, sempre há espaços para melhorias e o incentivo das novas DCN's fazem com que este momento seja oportuno para uma revisão.

Como sugestão para reformulação da estrutura, sugere-se a inserção de temáticas dos ODS nas disciplinas oportunas. A partir do mapeamento realizado, constatou-se que dentre os 17 ODS, as disciplinas atuais abordam de forma geral e introdutória 9 deles (ODS 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 e 15).

Sendo assim, a primeira proposta de alteração é no objetivo da disciplina de “Introdução à Engenharia Química”. Por se tratar do primeiro contato dos calouros com o curso, entende-se que esta disciplina deve ser o início da jornada de formação e conhecimento sobre a área. Assim, sugere-se a introdução de conceitos básicos de sustentabilidade envolvendo questões de meio ambiente, éticas e sociais e explicação sobre oportunidades de aprofundamento que serão oferecidas nas disciplinas dos próximos semestres. Os trechos sublinhados nas propostas abaixo referem-se às inclusões sugeridas.

Proposta alteração do objetivo:

“Introduzir os aspectos principais da formação do engenheiro químico. Apresentar as atribuições e áreas de atuação dos profissionais graduados em Engenharia Química. Apresentar conceitos básicos de sustentabilidade (meio ambiente, ética e social) e aplicações desses conceitos na Engenharia Química.”

Proposta alteração da ementa:

1. Engenharia Química: formação e profissão; 2. Legislação, atribuições, associações de classe; 3. O engenheiro químico e a sociedade; 4. Conceitos básicos de sustentabilidade e aplicações na EQ; 5. O curso de EQ na UFSCar: infraestrutura, projeto pedagógico e vida acadêmica; 6. A informática e a engenharia química; 7. Introdução aos processos químicos. 8. Unidades e dimensões

Quanto às disciplinas técnicas do curso, propõe-se direcionamento com os ODS 9 e 12, voltados para construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável, fomentar a inovação e garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis. Como Engenheiros e Engenharias Químicas atuantes em áreas técnicas, o conhecimento e direcionamento com base nesses objetivos são essenciais para o desenvolvimento da engenharia sustentável. Dentre as disciplinas atuais, sugere-se a inclusão dos ODS 9 e 12 nos objetivos e ementas das seguintes disciplinas:

- Termodinâmica para Engenharia Química 1 e 2;
- Fenômenos de Transporte 1, 2 e 3;
- Operações Unitárias da Indústria Química 1, 2 e 3;
- Cinética e Reatores Químico;
- Projeto de Reatores Químicos;
- Desenvolvimento de Processos Químicos 1 e 2;
- Projeto de Processos Químicos;
- Projeto de Instalações Químicas;
- Engenharia dos Processos Químicos Industriais;
- Laboratório de Fenômenos de Transporte;
- Laboratório de Operações Unitárias da Indústria Química;
- Laboratório de Engenharia das Reações.

Visando não estender este trabalho, será realizada a proposta de alteração do objetivo da disciplina “Termodinâmica para Engenharia Química 1” como exemplo que pode ser seguido para as outras listadas acima.

Dentro de cada um dos ODS, existem desdobramentos micro que devem orientar as ações dos diferentes setores da sociedade alinhadas ao atingimento do objetivo principal. Para a indústria e atuação dos Engenheiros e Engenheiras Químicos, dentro do ODS 9 cabe a modernização da infraestrutura e reabilitação das indústrias

para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos. Dentro do ODS 12, tem-se o objetivo de reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso e alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes.

Desta forma, propõe-se dentro da disciplina o incentivo ao olhar crítico de como os processos podem ser melhorados para o atingimento desses objetivos. Um exemplo clássico é o reaproveitamento do vapor gerado nas caldeiras das plantas industriais visando extrair o máximo de energia térmica possível, fazendo com que o processo tenha maior eficiência energética.

Proposta alteração do objetivo:

“Pretende-se com esta disciplina fazer com que o aluno, além de consolidar compreensão dos princípios básicos da termodinâmica clássica, desenvolva capacidade para: determinar propriedades termodinâmicas de substâncias puras mediante o uso de equações de estado, diagramas e tabelas; resolver problemas em sistemas abertos e fechados orientados a aplicações práticas típicas da engenharia; identificar oportunidades de melhorias ou apresentar exemplos relacionados aos processos visando a sustentabilidade.”

A partir das respostas aos questionários, entendeu-se que o conhecimento também é de grande valia quando oferecido em atividades extra graduação. Como sugestão adicional para este trabalho, propõe-se ao Departamento de Engenharia da UFSCar e projetos extracurriculares a organização e fomento de rodas de conversa sobre o tema. As rodas podem ser oferecidas como parte da Semana de Engenharia Química ou como atividades extras às disciplinas, sendo uma oportunidade de aprofundamento da temática.

Com essas modificações, entende-se que os conceitos de sustentabilidade passarão a integrar de forma plena o currículo dos Engenheiros e Engenheiras Químicos formados pela UFSCar de forma que assumam responsabilidade social e papel no desenvolvimento sustentável.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram analisadas estruturas curriculares de algumas universidades como FEI, MIT, USP e UNICAMP. De modo geral, a percepção que fica é semelhante ao cenário observado na UFSCar: disciplinas introdutórias e com conceitos básicos. Destaca-se entre elas a proposta de nova estrutura da UNICAMP que possui a estruturação de uma trilha robusta voltada ao desenvolvimento de competências atreladas à sustentabilidade.

Analisando em paralelo as respostas aos formulários enviados aos discentes e egressos e ao mercado de trabalho, pode-se concluir que a maioria dos respondentes que atuam no mercado lida com sustentabilidade em seu dia a dia, e aqueles que ainda estão na universidade não se sentem preparados e incentivados a aprender sobre o tema. Dessa forma, é reforçada a necessidade de um olhar atento para esta temática.

Tendo em vista a complexidade da questão, entende-se que a Agenda 2030 da ONU é um importante direcionador para as ações de revisão da estrutura curricular. Dessa forma, a sugestão deste trabalho é que a reestruturação deve ser dividida em 3 etapas: revisão dos objetivos de disciplinas que já contemplam aspectos de sustentabilidade para que estejam direcionadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), revisão do objetivo e ementa da disciplina Introdução à Engenharia Química de forma que seja o início da jornada dos estudantes como engenheiros e engenheiras sustentáveis e a revisão dos objetivos das disciplinas técnicas para que tenham exemplos práticos voltados aos ODS.

Por fim, conclui-se que todos os esforços para revisão e reestruturação da estrutura são necessários para embasar o conhecimento dos novos engenheiros e engenheiras a fim de prepará-los não somente para o mercado de trabalho, mas também para a vida em sociedade, atuando sempre com responsabilidade social e papel no desenvolvimento sustentável.

6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANTENEDORAS DE ENSINO SUPERIOR. **RESOLUÇÃO N° 2:** Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: Cne, 2019. 7 p.

CENTRO UNIVERSITARIO FEI. **A História da FEI.** Disponível em: <https://portal.fei.edu.br/historia-da-fei>

COMSTOCK, M. Joan. **History of Chemical Engineering.** USA: American Chemical Society, 1980.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. (19 de outubro de 2020). 1 Vídeo (181 min). **Implantação das novas DCNs de Engenharia 3° encontro.** Fonte: Publicado pelo canal Confederação Nacional da Indústria: <https://www.youtube.com/watch?v=iuDgNhhJG2c>.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA UFSCAR. **História do DEQ UFSCar.** Disponível em: <https://www.deq.ufscar.br/pt-br/deq/historia-do-deq-ufscar>

DISCUSSÃO, Em. **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta:** desenvolvimento sustentável do planeta. Revista de audiências públicas do Senado Federal. Brasília, DF, ano 3, n. 11, 2012. Disponível em: <https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>

ENGINEERING, The Royal Academy. **Report Engineering for Sustainable Development:** Guiding Principles. Publicado por The Royal Academy Engineering, 2005.

Engenharia Química - Ranking de Cursos - RUF 2019. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-cursos/engenharia-quimica/>

ESCOLA POLITÉCNICA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Sobre a Graduação Quadrimestral.** Disponível em: <https://www.poli.usp.br/ensino/graduacao/aluno/sobre-a-graduacao-quadrimestral>

ESTADAO. **Guia da Faculdade.** Disponível em: https://publicacoes.estadao.com.br/guia-da-faculdade/?post_type=faculdades_2021&ano=2021&s=engenharia+qu%C3%ADmica&tipo=&modalidade=&estado=&cidade=&classificacao=5

FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA UNICAMP. **EQ101 – Introdução a Processos e Indústrias Químicas.** Disponível em: https://www.feq.unicamp.br/~cg/discip/Programa_EQ101.pdf

FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA UNICAMP. **EQ861 – Preservação do Meio-Ambiente.** Disponível em: https://www.feq.unicamp.br/~cg/discip/Programa_EQ861.pdf

FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA UNICAMP. **Projeto Pedagógico.** Disponível em: <https://www.feq.unicamp.br/images/stories/documentos/Graduacao/ProjetoPedagogico.pdf>

Faculdade de Engenharia Química - FEI. Disponível em: <https://portal.fei.edu.br/engenharia-quimica>

FAJARDO, V. **Disciplinas “ecológicas” se destacam de maneira transversal em faculdades.** Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/disciplinas-ecologicas-se-destacam-de-maneira-transversal-em-faculdades,39a9c03228e89484d60a8212d0bd680a2b7lmfih.html>

GAGNON, B. LEDUC, R. SAVARD, L. **Sustainable development in engineering: a review of principles and definition of a conceptual framework.** Groupe de Recherche en Économie et Développement International. 2008.

HANDL, G. **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on environment and development, 1992.** United Nations Audiovisual Library of International Law. 2012. Disponível em: https://legal.un.org/avl/pdf/ha/dunche/dunche_e.pdf

MIT. **Minor in environment and sustainability.** Disponível em: <http://catalog.mit.edu/interdisciplinary/undergraduate-programs/minors/environment-sustainability/>

MIT. **Chemical Engineering Course 10.** Disponível em: <http://catalog.mit.edu/degree-charts/chemical-engineering-course-10/>

MIT. **Environmental Solutions Initiative.** Disponível em: <http://catalog.mit.edu/mit/research/environmental-solutions-initiative/>

MUNDO, Transformando Nosso. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Recuperado em, v. 15, p. 24, 2016.

ONU Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

ONU. **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em: [https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-](https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente#:~:text=%E2%80%9CO%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20o,de%20atender%20suas%20pr%C3%B3prias%20necessidades.%E2%80%9D)

[ambiente#:~:text=%E2%80%9CO%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20o,de%20atender%20suas%20pr%C3%B3prias%20necessidades.%E2%80%9D](https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente#:~:text=%E2%80%9CO%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20o,de%20atender%20suas%20pr%C3%B3prias%20necessidades.%E2%80%9D)

ONU. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/9>

ONU. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>

RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Publicada no Diário Oficial da União, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549

RIO+20. **ONU estabelece três pilares para o desenvolvimento sustentável dos países: econômico, social e ambiental**. 2012c. Disponível em:

[senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/temas-em-discussao-na-rio20/onuestabelece-tres-pilares-para-o-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises-economico-social-e-](http://senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/temas-em-discussao-na-rio20/onuestabelece-tres-pilares-para-o-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises-economico-social-e-ambiental.aspx#:~:text=A%20Declaração%20de%20Joanesburgo%20estabelece,desenvolvimento%20social%20e%20proteção%20ambiental)

[ambiental.aspx#:~:text=A%20Declaração%20de%20Joanesburgo%20estabelece,desenvolvimento%20social%20e%20proteção%20ambiental](http://senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/temas-em-discussao-na-rio20/onuestabelece-tres-pilares-para-o-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises-economico-social-e-ambiental.aspx#:~:text=A%20Declaração%20de%20Joanesburgo%20estabelece,desenvolvimento%20social%20e%20proteção%20ambiental)

RIO+20, Comitê Nacional de Organização. **Como chegamos até aqui**. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. 2012b. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20/rio-20-como-chegamos-ate-aqui/at_download/rio-20-como-chegamos-ate-aqui.pdf

RIO+20. **Sobre a Rio +20**. Comitê Nacional de Organização Rio+20. 2012a. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html

SAMSUNG. **Global Goals**. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/apps/samsung-global-goals/>

SemprEQ UFMG. (2021, 13 de outubro). **A Engenharia Química e a Sustentabilidade** [Artigo]. LinkedIn. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/engenharia-qu%C3%ADmica-e-sustentabilidade-semprEQ-ufmg?trk=organization-update-content_share-article

SEQ UFSCAR. **Histórico**. Disponível em: <https://www.seq.ufscar.br/historico>

SEQ UFSCAR. **XVII SEQ Online**. Disponível em: <https://www.seq.ufscar.br/semana/xvii-seq-online>

TOP UNIVERSITIES. **QS World University Ranking 2023**. Disponível em: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2023>

UNESCO Report. **Engineering: Issues, Challenges and Oportunities for Development**. UNESCO. Publicação em 2010.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Grade Curricular Engenharia Química**. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=3&codcur=3092&codhab=3000&tipo=N>

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **A USP**. Disponível em: <https://www5.usp.br/institucional/a-usp/>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (São Carlos). **Projeto Pedagógico**. São Carlos: Departamento de Engenharia Química, 2009. 87 p.