

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Departamento de Química
Programa de Pós- Graduação em Inovação Tecnológica

Maryna Moreira Barros

PROGRAMA QUI+S PARA A INOVAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NO BRASIL:
estruturação, definição de desafios direcionadores em química e aceleração de *startups*

Belo Horizonte

2024

Maryna Moreira Barros

**PROGRAMA QUI+S PARA A INOVAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NO BRASIL:
estruturação, definição de desafios direcionadores em química e aceleração de *startups***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (a) em Inovação Tecnológica.

Área de concentração: Sustentabilidade

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ana Paula de Carvalho
Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Rochel Montero Lago

Belo Horizonte

2024

Ficha Catalográfica

B277p
2024
D
Barros, Maryna Moreira.
Programa QUI+S para a inovação em sustentabilidade no Brasil [manuscrito] :
estruturação, definição de desafios direcionadores em química e aceleração de startups /
Maryna Moreira Barros. 2024.
1 recurso online (129 f. : il., gráfs., tabs., color.) : pdf.

Orientadora: Ana Paula de Carvalho Teixeira.
Coorientador: Rochel Monteiro Lago.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de
Química (Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica).
Bibliografia: f. 84-95.
Apêndice: f. 96-129.

1. Inovações tecnológicas – Teses. 2. Pesquisa tecnológica – Teses. 3. Pesquisa e
desenvolvimento – Teses. 4. Química ambiental – Teses. 5. Viabilidade econômica –
Teses. 6. Desenvolvimento sustentável – Teses. 7. Ciência e tecnologia – Teses. 8.
Capacidade criativa na tecnologia – Teses. 9. Universidade e indústria – Teses. 10.
Difusão de inovações – Teses. 11. Incubadoras de empresas – Teses. I. Teixeira, Ana
Paula de Carvalho, Orientadora. II. Lago, Rochel Monteiro, Coorientador. II. Título.

CDU 043



ATA DA SESSÃO DE DEFESA DA 32ª DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DA DISCENTE MARYNA MOREIRA BARROS, Nº DE REGISTRO 2022686980.

Aos vinte dias do mês de agosto de 2024, às 14 horas e 30 minutos, no Auditório I do Departamento de Química da UFMG, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos Professores Doutores: Ana Paula de Carvalho Teixeira do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (orientadora e presidente da banca), Rochel Montero Lago do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (coorientador), Arlza de Oliveira Porto do Departamento de Química da UFMG e Rita de Cássia de Oliveira Sebastião do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG, para julgamento da dissertação de mestrado em Inovação Tecnológica - Área de Concentração: Sustentabilidade da discente Maryna Moreira Barros, dissertação intitulada: **"Programa Qui+S para a Inovação em Sustentabilidade no Brasil: estruturação, definição de desafios direcionadores em química e aceleração de startups."** A presidente da banca abriu a sessão e apresentou a banca examinadora, bem como esclareceu sobre os procedimentos que regem da defesa pública de dissertação. Após a exposição oral do trabalho pela discente foi realizada arguição pelos membros da banca examinadora, com a respectiva defesa da candidata. Finda a arguição, a banca examinadora se reuniu, sem a presença da discente e do público, tendo deliberado unanimemente pela sua **APROVAÇÃO**. Nada mais havendo para constar, lavrou-se e fez a leitura pública desta ata, que segue assinada por mim, pelos membros da banca examinadora e pelo coordenador do programa. Belo Horizonte, 20 de agosto de 2024.

Professora Doutora Ana Paula de Carvalho Teixeira (Orientadora)

(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Rochel Montero Lago (Coorientador)

(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professora Doutora Arlza de Oliveira Porto

(Departamento de Química da UFMG)

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – CEP 31270-901 - Belo Horizonte – MG – Brasil - Sala 200 – Anexo 3 –

Departamento de Química – UFMG

Telefone: +55 31 3409 5735 – ppgt@ufmg.br / <https://www.ufmg.br/ppginovacaotecnologica/>



UFMG

Rita de Cássia de Oliveira Sebastião

Professora Doutora Rita de Cássia de Oliveira Sebastião
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Allan Claudius Queiroz Barbosa

Professor Doutor Allan Claudius Queiroz Barbosa
Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG



UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

"Programa Qui+S para a Inovação em Sustentabilidade no Brasil: estruturação, definição de desafios direcionadores em química e aceleração de startups."

MARYNA MOREIRA BARROS, Nº DE REGISTRO 2022686980

Dissertação **Aprovada** pela banca examinadora constituída pelos professores doutores:

Professora Doutora Ana Paula de Carvalho Teixeira (Orientadora)

(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Rochel Montero Lago (Coorientador)

(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professora Doutora Arliza de Oliveira Porto

(Departamento de Química da UFMG)

Professora Doutora Rita de Cássia de Oliveira Sebastião

(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Allan Claudius Queiroz Barboza

Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG

Belo Horizonte, 20 de agosto de 2024.

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – CEP 31270-901 - Belo Horizonte – MG – Brasil - Sala 200 – Anexo 3 –
Departamento de Química – UFMG

Telefone: +55 31 3409 5735 – ppgit@ufmg.br / <https://www.ufmg.br/ppginovacantecnologica/>

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me reservado oportunidades muito melhores do que jamais imaginei e colocá-las no meu caminho na hora certa, sempre me fazendo entender a importância de confiar no processo.

Também agradeço à minha família por todo o suporte, amor e paciência sempre. Em especial, aos meus pais, Rita e Antônio, por serem fonte de apoio e motivação diariamente, tornando o caminho possível e mais fácil. À minha irmã Ryane pelos diversos conselhos, correções e por ser um exemplo como profissional e pessoa. À Maddu e Zara por deixarem tudo mais leve e feliz. E ao Rafael, por estar sempre pronto para ajudar.

Aos amigos que já estavam na minha vida antes do mestrado e aqueles que encontrei ao longo desse tempo, obrigada! Obrigada por compartilharem alegrias, medos, ensinamentos, dias bons, ruins, trazerem calma para os dias de caos e tornarem o caminho até aqui melhor.

À Ana Paula e Rochel, meus orientadores, agradeço por todo aprendizado, disponibilidade e diversas oportunidades que me proporcionaram ao longo desses dois anos. E a equipe Qui+S, por ser verdadeiramente um time, estando sempre disponível para ajudar e tornando esse trabalho possível e mais fácil. Com certeza, sou uma profissional melhor por ter passado esse tempo com vocês.

Por fim, agradeço à UFMG e ao PPGIT por tornarem possíveis todas as experiências que tive durante esse tempo. Saio uma profissional mais preparada para lidar com desafios e contribuir para que o mundo se torne um lugar melhor.

Esse mestrado não seria possível sem todos vocês, muito obrigada!

**“O mundo não evoluirá para além do seu estado atual de crise
usando o mesmo pensamento que criou essa situação.”**

Albert Einstein

RESUMO

A sustentabilidade é um tema que tem sido amplamente discutido, especialmente considerando o contexto atual, em que se observam fenômenos ambientais e sociais com impactos negativos se tornando cada vez mais recorrentes. Nesse sentido, uma importante iniciativa é o Programa Qui+S da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Esse tem como objetivo impactar a sustentabilidade no Brasil por meio da química e seus atores, estando estruturado em dois Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável (OQDS). O primeiro voltado para promover sustentabilidade por meio da educação básica e o segundo voltado para promover sustentabilidade por meio de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em universidades e indústrias, contando também com a definição de grandes desafios em sustentabilidade que o país possui atualmente. Assim, esta dissertação tem como objetivo descrever o Programa Qui+S, mostrando o processo de definição dos desafios direcionadores em química e sustentabilidade, bem como os projetos iniciais do OQDS 2: a série de webnários Qui+S – Conexões para sustentabilidade e o programa Escale-se Summit. Para a escolha dos desafios direcionadores em química e sustentabilidade foram realizadas entrevistas e um formulário online foi construído e amplamente divulgado, contando com a participação de mais de 70 profissionais de universidades, indústrias, terceiro setor e outras organizações, considerando critérios relacionados a economia, educação, meio ambiente e social. Com base nos resultados obtidos, foram definidos cinco grandes desafios: 1)Química para combate à mudança climática; 2)Química para a transformação de resíduos; 3)Química para o uso sustentável da água; 4)Química para o desenvolvimento de materiais para a sustentabilidade e 5)Química para a produção sustentável de alimentos. A partir desses desafios, a série de webnários Qui+S: Conexões para sustentabilidade foi realizada, além do Programa Escale-se Summit. O primeiro teve como objetivo promover conexão entre pesquisadores e indústrias. Já o Escale-se Summit, um programa voltado para aceleração e escalonamento de tecnologias, mapeou 72 tecnologias dentro dos temas dos cinco desafios Qui+S, selecionando 10 para que fossem avaliadas quanto suas viabilidades técnica, econômica e mercadológica e pudessem ser colocadas no mercado a partir de 2024.

Palavras – chave: sustentabilidade; Qui+S; inovação; desafios; *startups*.

ABSTRACT

Sustainability is a topic that has been widely discussed, especially considering the current context, in which environmental and social phenomena with negative impacts are becoming increasingly recurrent. In this sense, an important initiative is the Qui+S Program of the Brazilian Chemical Society (SBQ). This aims to impact sustainability in Brazil through chemistry and its actors, being structured into two Chemistry Objectives for Sustainable Development (OQDS). The first focuses on promoting sustainability through basic education and the second focuses on promoting sustainability through Research and Development (R&D) in universities and industries, also including the definition of the main sustainability challenges that the country currently faces. Thus, this dissertation aims to describe the Qui+S Program, showing the process of defining the driving challenges in chemistry and sustainability, as well as the initial projects of OQDS 2: the Qui+S webinar series – Connections for sustainability and the Escala-se Summit program. To choose the driving challenges in chemistry and sustainability, interviews were carried out and an online form was created and widely disseminated, with the participation of more than 70 professionals from universities, industries, the third sector and other organizations, considering criteria related to the economy, education, environment and social. Based on the results obtained, five major challenges were defined: 1) Chemistry for climate change; 2) Chemistry for waste transformation; 3) Chemistry for the sustainable water use; 4) Chemistry for the development of sustainable materials and 5) Chemistry for sustainable food production. Based on these challenges, the webinar series Qui+S: Connections for sustainability was held, in addition to the Escala-se Summit Program. The first aimed to promote connections between researchers and industry professionals. The Escala-se Summit, a program aimed at accelerating and scaling technologies, mapped 72 technologies within the themes of the five Qui+S challenges, selecting 10 so that they could be evaluated for their technical, economic and marketing viability and could be placed on the market from 2024.

Keywords: sustainability; Qui+S; innovation; challenges; startups.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Principais eventos relacionados a sustentabilidade | 21 |
| Figura 2 - As dimensões da sustentabilidade abordadas no <i>Triple Bottom Line</i> | 24 |
| Figura 3 - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) | 25 |
| Figura 4 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)..... | 26 |
| Figura 5 - Pirâmide de informações | 30 |
| Figura 6 - Composição dos Grupo de Trabalho, Conselho Consultivo e grupo de entrevistados | 44 |
| Figura 7 - Estrutura dos Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável (OQDS) e eixos de ação..... | 46 |
| Figura 8 - Identidade visual do Programa Qui+S..... | 46 |
| Figura 9 - Fases do Programa Qui+S | 47 |
| Figura 10 - Etapas da pesquisa-ação | 48 |
| Figura 11 - Composição do Grupo de Trabalho, Conselho Consultivo e Grupo de Inteligência para a escolha dos desafios direcionadores | 50 |
| Figura 12 - Critérios usados para priorização dos nove temas em sustentabilidade | 50 |
| Figura 13 – Cronograma da série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade..... | 54 |
| Figura 14 - Etapas do Programa Escala-se Summit | 56 |
| Figura 15 - Perfil dos respondentes das entrevistas e questionário de acordo com a área de atuação | 57 |
| Figura 16 - N° de respondentes que classificou com maior prioridade por tema | 58 |
| Figura 17 - Desafios direcionadores do Programa Qui+S e linhas de ação | 59 |
| Figura 18 - Artes de divulgação da série de webnários Qui+S | 69 |
| Figura 19 – Gráfico: público ao vivo e nas gravações para cada webnário Qui+S..... | 71 |
| Figura 20 – Gráficos da avaliação do público ao vivo para cada um dos webnários Qui+S .. | 72 |
| Figura 21 - Inscrições programa Escala-se Summit por região do Brasil | 73 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Exemplos de sistemas de indicadores de sustentabilidade | 31 |
| Tabela 2 - Temas emergentes e mais relevantes para empresas nacionais e internacionais do setor químico | 37 |
| Tabela 3 - Principais definições sobre Inovação | 41 |
| Tabela 4 - Tecnologias selecionadas para participar do Escale-se Summit | 75 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Abiquim - Associação Brasileira da Indústria Química

ABREMA - Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente

ACV - Avaliação de Ciclo de Vida

B3 – Bolsa de Valores Brasileira

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CFQ – Conselho Federal de Química

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CIT SENAI - Centro de Inovação e Tecnologia do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

CMMAD - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COVID 19 - *Corona virus disease*

CRQ-RJ - Conselho Regional de Química do Rio de Janeiro

CTI&E - Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação

EBA - *European Banking Authority*

EFRAG - *European Financial Reporting Advisory Group*

EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

ESG - *Environmental, Social and Governance*

ESRS - *European Sustainability Reporting Standards*

FAPEMIG - Tecnologia e Inovação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

FDC – Fundação Dom Cabral

FEM – Fórum Econômico Mundial

FGV EAESP - Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas

FIEMG - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

FPEIR - Força motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta

GEEs - Gases de Efeito Estufa

GI – Grupo de Inteligência

GRI - *Global Reporting Initiative*

GT – Grupo de Trabalho

IBGC - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa

ICSU – *International Council for Science*

IEA - *International Energy Agency*

IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro

INCT - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia

IPCC - Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima

ISE B3 - Índice de Sustentabilidade Empresarial da Bolsa de Valores Brasileira

ISSC – *International Social Science Council*

IYBSSD - *International Year of Basic Sciences for Sustainable Development*

LAQUA - Laboratório de Análise de Água e Qualidade Ambiental

LEMAE-IQ/UFRJ - Laboratório de Estudos para o Meio Ambiente e Energia da UFRJ

LEQUAL - Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas

LGBTQIA+ - Lésbicas, Gays, Bissexuais, Transgêneros, Queer, Intersexuais, Assexuais e outros

MEC - Ministério da Educação

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

NASA - Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

NUPEC - Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONG - Organizações sem Fins Lucrativos

ONU - Organização das Nações Unidas

OQDS - Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PEIR - Pressão-Estado-Impacto-Resposta

PER - Pressão-Estado-Resposta

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PROFQUI - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

PSR - *Pressure-State-Response*

PUC Minas - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

RFA - *Renewable Fuels Association*

SBQ - Sociedade Brasileira de Química

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SENAI CIMATEC - Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia do SENAI

SINIR+ - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

TBL - *Triple Bottom Line*

TCFD - *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*

tCO₂e - toneladas de CO₂ equivalente

TRIR - Taxa Total de Incidentes Registrados

UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais

UFAM - Universidade Federal do Amazonas

UFBA - Universidade Federal da Bahia

UFG - Universidade Federal de Goiás

UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora

UFLA - Universidade Federal de Lavras

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

UFV - Universidade Federal de Viçosa

UNCTAD - Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento

UNDESA - *United Nations Department of Economic and Social Affairs*

UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

UNW-DPAC - Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1. Objetivos..... | 18 |
| 1.1.1. Objetivo geral | 18 |
| 1.1.2. Objetivos específicos | 18 |
| 1.2. Estrutura da dissertação | 19 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 20 |
| 2.1. Do “Nosso Futuro Comum” as tendências atuais: breve histórico da sustentabilidade | 20 |
| 2.1.1. O conceito de sustentabilidade | 20 |
| 2.1.2. Indicadores de sustentabilidade | 29 |
| 2.1.3. Cenário atual da sustentabilidade | 34 |
| 2.2. Química, inovação e sustentabilidade | 38 |
| 2.2.1. O papel da química na sociedade | 38 |
| 2.2.2. Química e inovação | 40 |
| 2.2.3. Promovendo sustentabilidade por meio de química e inovação: Programa Qui+S | 43 |
| 3. METODOLOGIA | 47 |
| 3.1. Definição dos desafios direcionadores do Qui+S (FASE 2) | 48 |
| 3.2. Definição e execução dos projetos dentro do Qui+S (FASES 3 e 4) | 53 |
| 3.2.1. Série de webnários Qui+S: Conexões para sustentabilidade..... | 53 |
| 3.2.2. Programa Escale-se Summit..... | 54 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 57 |
| 4.1. Desafios direcionadores do Qui+S (FASE 2)..... | 57 |
| 4.2. Projetos-piloto do OQDS 2 do programa Qui+S (FASES 3 e 4) | 68 |
| 4.2.1. Série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade | 68 |
| 4.2.2. Programa Escale-se Summit..... | 73 |

| | |
|---|------------|
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 82 |
| REFERÊNCIAS | 84 |
| Apêndice A – Formulário utilizado no mapeamento preliminar | 96 |
| Apêndice B – Participação em eventos, comissões organizadoras, cursos e submissão de artigos | 126 |

1. INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento econômico atual encontra-se em um momento crítico, estando próximo a uma crise (Fernandes, 2013). Dessa forma, é possível perceber que eventos como: ondas de calor, secas e incêndios florestais vêm se tornando cada vez mais frequentes (Organização das Nações Unidas - ONU, 2023a). De acordo com dados da *National Aeronautics and Space Administration* ou Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA, 2024), a última década (2014-2023) foi a mais quente já registrada, com um aumento de 1,17 °C na temperatura da Terra em relação aos anos pré-industriais (1850-1900). Isso faz com que sejam necessárias alternativas que auxiliem nessas e em questões como o esgotamento de recursos e a contaminação de ecossistemas, impactando positivamente a sociedade (Fernandes, 2013).

Nesse contexto, a sustentabilidade e inovação desempenham um papel importante. Isso porque a primeira está relacionada a satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras de fazerem o mesmo (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, 1987). Já a inovação é um dos meios para alcançar a sustentabilidade, uma vez que produtos mais sustentáveis necessariamente passam por um processo de inovação (Neder *et al.*, 2019).

Juntamente a elas, as ciências básicas, como a química, também podem auxiliar bastante, já que fornecem ferramentas para enfrentar diversos dos desafios atuais, como acesso universal a alimentos e energia, sendo o alicerce dos avanços tecnológicos (*International Year of Basic Sciences for Sustainable Development - IYBSSD*, 2022). A química é importante também para que seja possível otimizar alguns dos processos produtivos adotados atualmente, que consomem recursos naturais de forma expressiva, como é o caso da produção de arroz, em que são necessários cerca de 2.200 L de água para produzir 1 kg desse alimento (Poore e Nemecek, 2018; Ritchie e Roser, 2018).

Apesar disso, essa ciência é frequentemente utilizada com uma conotação negativa (Teruya *et al.*, 2013) e sendo associada, por exemplo, aos problemas decorrentes de atividades industriais desde o início do século XX (Ferreira; Rocha e Silva, 2014). Assim, é preciso atuar no sentido de melhorar a percepção da ciência química por meio de projetos e ações específicos (Teruya *et al.*, 2013), mas também buscar a redução de riscos ao executar processos e produzir produtos, discutindo cada vez mais temas como sustentabilidade tanto no ambiente industrial quanto no

acadêmico (Ferreira; Rocha e Silva, 2014), que precisam estar conectados já que as universidades funcionam como fonte de inovação para as indústrias (Terán-Bustamante; Martínez-Velasco e López-Fernández, 2021).

Nesse sentido, uma iniciativa relevante em desenvolvimento no Brasil atualmente é o Programa Qui+S: química e seus atores para um Brasil sustentável. Esse é uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e tem como objetivo propor e executar ações que impactem a sustentabilidade do país por meio da química. Estruturado na forma de dois grandes objetivos, os Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável ou OQDS, o Programa está focado em desenvolver ações em sustentabilidade voltadas para Educação Básica, no OQDS 1, bem como para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em universidades e indústrias, no OQDS 2 (Silva *et al.*, 2022).

Assim, o objetivo desta dissertação foi definir os desafios direcionadores do Programa Qui+S por meio da escolha de temas em sustentabilidade que iriam orientar todos os projetos e ações a serem executados dentro do Programa. Para tal, foi necessário o auxílio de um Grupo de Inteligência composto por profissionais com ampla experiência em temas relacionados a química e sustentabilidade. Juntamente a isso, o presente trabalho também teve como propósito definir os projetos do OQDS 2, voltado para promover sustentabilidade por meio de P&D em química nas universidades e indústrias, bem como executar dois deles: a série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade e o programa Escale-se Summit.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Essa dissertação tem como objetivo geral definir os desafios direcionadores para o Programa Qui+S, assim como definir os projetos iniciais do OQDS 2 – promover a sustentabilidade através de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação (CTI&E) em química na indústria e na universidade do Programa e executá-los, a saber: a série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade e o programa Escale-se Summit.

1.1.2. Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Mapear as principais discussões relacionadas a sustentabilidade no mundo;
- Identificar os principais desafios em química e sustentabilidade para o Brasil;
- Selecionar projetos piloto que promovam a sustentabilidade por meio da química;

- Executar a série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade e o programa Escale-se Summit, promovendo a sustentabilidade por meio da química;
- Promover conexão entre indústrias e universidades em temáticas relacionadas a química e sustentabilidade por meio dos projetos do OQDS 2 do Qui+S.

1.2. Estrutura da dissertação

Essa dissertação está dividida em cinco capítulos. Este capítulo, introdutório, tem como objetivo ressaltar a necessidade de avançar no sentido de alcançar a sustentabilidade, trazendo alguns dados relevantes e indicando como áreas como a inovação e a química podem auxiliar nesse assunto. Além disso, o primeiro capítulo também traz os objetivos geral e específicos para este trabalho.

O segundo capítulo é o referencial teórico do trabalho. Nele, é apresentado um breve histórico sobre a sustentabilidade. Juntamente a isso, o capítulo também mostra algumas possibilidades de indicadores de sustentabilidade e aborda alguns dos principais temas em sustentabilidade debatidos atualmente em indústrias e universidades. Além disso, neste capítulo é discutida a relação entre química, inovação e sustentabilidade, mostrando um pouco do papel da química na sociedade, algumas das principais definições para o termo inovação e a importância destas duas áreas para que se alcance a sustentabilidade. Finalmente, como exemplo de união dos três temas, o Programa Qui+S é apresentado.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Para tal, inicialmente são apresentadas as principais características da metodologia utilizada, a pesquisa-ação, bem como as etapas necessárias para a escolha dos desafios direcionadores Qui+S, para estruturação e execução da série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade e o programa Escale-se Summit dentro do OQDS 2 Qui+S.

Já no quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos tanto no processo de seleção dos desafios direcionadores para o Qui+S quanto em relação a série de webnários Qui+S e o programa Escale-se Summit. Além disso, são mostrados também os resultados obtidos no mapeamento preliminar dos temas mais relevantes pensando em química e sustentabilidade para o país. Por fim, no capítulo cinco são apresentadas as considerações finais para este trabalho, bem como sugestões de melhorias para futuros trabalhos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Do “Nosso Futuro Comum” as tendências atuais: breve histórico da sustentabilidade

Nos últimos anos, observa-se que cada vez mais pessoas e instituições têm tomado consciência de suas responsabilidades relacionadas as questões ambientais, fazendo com que estas busquem, de forma crescente, reduzir os impactos causados ao meio ambiente por causa de suas atividades (Stanislavská *et al.*, 2023). Porém, historicamente, o cenário nem sempre foi esse. Diversos dos processos que trouxeram melhorias em áreas como produção mundial de alimentos e expectativa de vida, levaram a tendências que trazem impactos negativos importantes (CMMAD, 1987) e colocam o futuro em risco.

Como resultado dessas escolhas e tendências, observa-se, por exemplo, que a crise climática vem se agravando em decorrência do aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs)¹, gerados em atividades como a queima de combustíveis fósseis (Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima - IPCC, 2023). Juntamente a isso, outro desafio atual é lidar com a quantidade de resíduos gerados pelas atividades humanas. Considerando apenas os resíduos plásticos, esses representaram mais de 17 milhões de toneladas em 2021, o que pode duplicar ou triplicar até 2040 (ONU, 2023a). Cabe ressaltar que esses e outros problemas atuais estão interligados, ou seja, eles não representam crises isoladas: uma de desenvolvimento, uma ambiental ou energética, mas estão relacionados, fazendo parte de uma só crise. E, para que esta crise possa ser enfrentada, são necessárias alternativas para o desenvolvimento que possam ser sustentadas não apenas durante alguns anos, mas também para as gerações futuras (CMMAD, 1987). Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável tem papel importante e pode ser uma possibilidade.

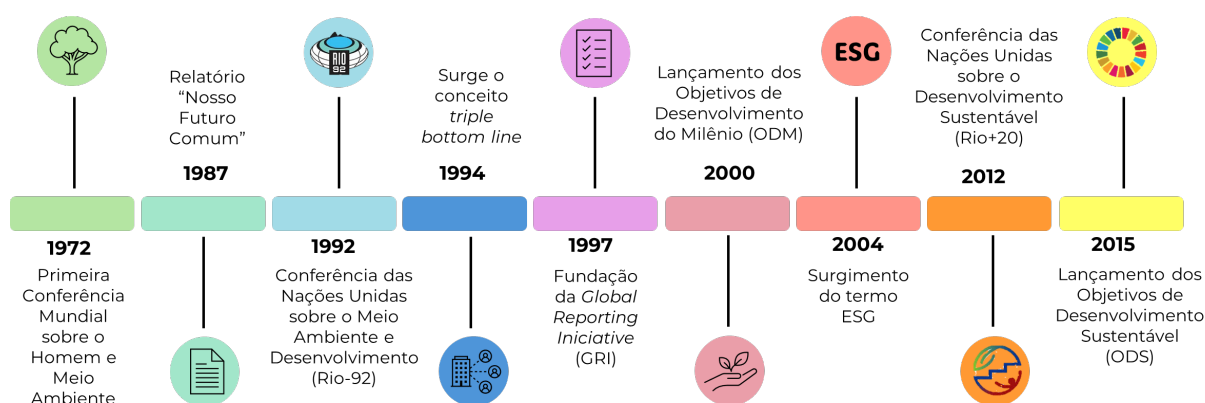
2.1.1. O conceito de sustentabilidade

O termo sustentabilidade vem do latim “*sustentare*” que significa sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter. Assim, sustentável seria tudo aquilo que pode ser mantido, suportado (Siche *et al.*, 2007). Cabe ressaltar que termos como: sustentabilidade, sustentável e desenvolvimento sustentável têm sido amplamente utilizados em diversos setores, porém, não existe consenso na literatura quanto ao conceito exato de cada um deles. Apesar disso, é de aceitação geral que os termos se relacionam à busca por equilíbrio entre as necessidades

¹ O aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEEs), como o dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), na atmosfera levam a um aumento na temperatura do planeta, ocasionando mudanças importantes no clima (IPCC, 2023).

humanas e do meio ambiente (Feil e Schreiber, 2017). O mesmo acontece em relação a data de surgimento desses. Boff (2012), por exemplo, aponta que o conceito sustentabilidade já teria mais de 400 anos de história e teria surgido em 1560, na Alemanha, a partir de uma preocupação com o uso racional das florestas. Já Feil e Schreiber (2017) relacionam o surgimento do termo com a publicação do livro *Sylvicultura Oeconomica oder Anweisung zur wilden Baumzucht*² de Carlowitz em 1713, que trazia a ideia de *nachhaltend* ou *nachhaltig* (sustentável), compreendendo os pilares econômico, ecologia-natureza e ética social (Du Pisani, 2006). Por causa disso, optou-se por trazer neste trabalho apenas os principais documentos e eventos dos últimos cinquenta anos em relação ao surgimento desses termos, apresentados na Figura 1.

Figura 1- Principais eventos relacionados a sustentabilidade



Fonte: elaborada pela própria autora

Após o período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), observou-se um período de expansão comercial e industrial nunca visto. Associado a isso, as pessoas começaram a perceber os riscos da poluição, do esgotamento de recursos, bem como do rápido aumento da população (Du Pisani, 2006). A partir dos anos 1960, importantes informações científicas relacionadas aos danos causados ao meio ambiente começaram a ser publicadas por meio de livros como *The silent spring* (1962), ou Primavera Silenciosa, de Rachel Carson (Du Pisani, 2006). É nesse contexto que a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e Meio Ambiente foi realizada em 1972 em Estocolmo (Boff, 2012). Esta foi a primeira grande reunião internacional em que questões relacionadas ao meio ambiente foram discutidas e onde o conceito de sustentabilidade/desenvolvimento sustentável começou a ser, de fato, estruturado (Pereira, da Silva e Carbonari, 2011). Um dos resultados desse evento foi a criação, também em 1972, do

² *Sylvicultura Oeconomica* ou Instruções para Cultivo de Árvores Silvestres (tradução nossa)

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (Boff, 2012), o qual hoje é uma das principais autoridades globais em assuntos ambientais (PNUMA, 2024).

Já na década de 1980, um novo paradigma do desenvolvimento sustentável se tornou popular (Du Pisani, 2006). A partir de um apelo da Assembleia Geral da ONU para que fossem propostas estratégias ambientais de longo prazo para que o desenvolvimento sustentável fosse alcançado até o ano de 2000 (CMMAD, 1987), criou-se, em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD. Esta tinha como objetivo trabalhar em uma agenda global para a mudança e resultou, em 1987, no relatório “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como relatório Brundtland (Boff, 2012; Pereira, da Silva e Carbonari, 2011).

O relatório Brundtland trouxe o conceito de desenvolvimento sustentável (Boff, 2012) como sendo aquele que tem como objetivo satisfazer as necessidades e aspirações atuais sem comprometer a capacidade de satisfazê-las no futuro, sem impor a interrupção do crescimento econômico, mas reconhecendo que para solucionar problemas como a pobreza se faz necessária uma nova era de crescimento (CMMAD, 1987). Cabe ressaltar que esse termo engloba dois conceitos fundamentais: o de “necessidades”, considerando especialmente as necessidades dos mais pobres; e o de limitações em razão dos estágios de desenvolvimento de tecnologia e organização social sobre a capacidade do ambiente em satisfazer as necessidades atuais e futuras (CMMAD, 1987; Pereira, da Silva e Carbonari, 2011).

O relatório “Nosso Futuro Comum” também evidenciou que era possível que crescimento econômico, equidade social e manutenção ambiental coexistissem, salientando, assim, os três pilares do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e econômico, que mais tarde seria conhecido como *Triple Bottom Line* (TBL) ou tripé da sustentabilidade (Figura 2) (Du Pisani, 2006). Além disso, esse documento discutia outros assuntos importantes, como as mudanças climáticas (CMMAD, 1987) e a pobreza (Pereira, da Silva e Carbonari, 2011). O primeiro já era uma preocupação na época, visto que, durante a década de 1970, dobrou o número de pessoas afetadas por catástrofes “naturais” em relação a década de 1960 (CMMAD, 1987). Cabe ressaltar que, no caso da pobreza, além dela por si só já ser um grande problema, também afeta diretamente o meio ambiente, já que aqueles em situação de pobreza, em muitos casos, têm preocupações mais urgentes, como a sobrevivência, e acabam não se preocupando tanto com os danos causados ao ambiente. Vale lembrar que um mundo em que a desigualdade e pobreza são endêmicos está sujeito a crises tanto ecológicas quanto de outros tipos. Por outro

lado, nas situações em que o crescimento económico levou a melhorias nos padrões de vida, ele foi, em geral, alcançado de formas prejudiciais globalmente a longo prazo (CMMAD, 1987).

A publicação do relatório Brundtland teve um importante impacto internacional e foi corroborada pelos diversos desastres ambientais que ocorreram na época (Du Pisani, 2006), como a explosão de um reator nuclear em Chernobyl, na Ucrânia em 1986, e o derramamento de milhões de barris de petróleo no mar do Alasca pelo navio Exxon Valdez em 1989 (Pott e Estrela, 2017). Esses e outros desastres fizeram com que os anos entre 1980 e 1990 fossem ambientalmente desastrosos (Pott e Estrela, 2017), ressaltando os riscos que o meio ambiente corria (Du Pisani, 2006).

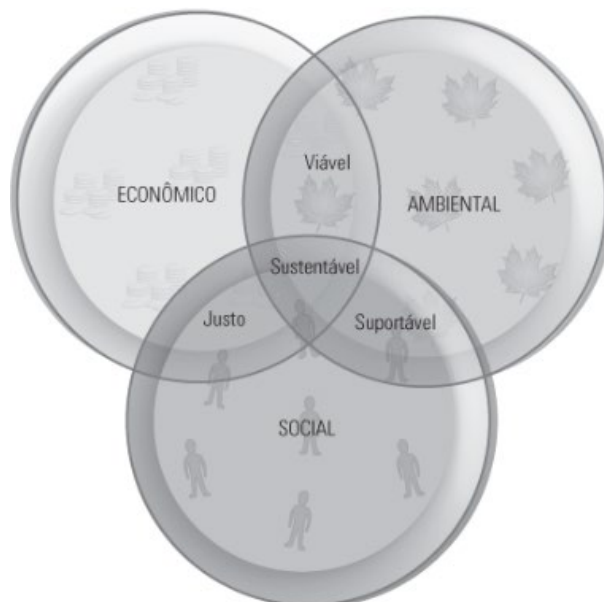
Outro marco importante para a sustentabilidade nos anos seguintes foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento que ocorreu em 1992 na cidade do Rio de Janeiro (Feil e Schreiber, 2017). Também conhecida como Eco-92, Rio-92 ou “Cúpula da Terra”, esta teve como objetivo central elaborar uma agenda ampla e um plano de ação relacionados a assuntos ambientais e de desenvolvimento que pudessem orientar uma cooperação internacional (ONU, 2024b).

Como resultado desse evento, diversos documentos que ressaltavam a preocupação dos povos do planeta em relação a questão ambiental foram publicados, sendo esta, talvez, a primeira vez em que temas como desigualdades sociais, padrões de consumo e produção foram abordados de forma integrada (Hogan, 2007). Dentre esses documentos, destaca-se a Agenda 21, que reconhecia que a proteção do ambiente exigia colaboração entre os países (ONU, 2024a), trazendo diversas recomendações relacionadas tanto a novas maneiras de preservar os recursos naturais quanto a maneiras participativas para uma economia sustentável (ONU, 2024b). Outro documento importante foi a Declaração do Rio, que estabeleceu por meio dos seus 27 princípios sobre novas parcerias equitativas, cooperação entre países para o desenvolvimento e a responsabilidade das pessoas pelo desenvolvimento sustentável (ONU, 2024a).

Um importante termo para a sustentabilidade surgiu na mesma época que a Rio-92, em 1994, o *Triple Bottom Line* (TBL) (Alhaddi, 2015). Criado por John Elkington, o TBL tem como objetivo ampliar a agenda ambiental integrando também questões sociais e econômicas (Elkington, 1997). A ideia principal era que as organizações passassem a avaliar seu sucesso de forma mais ampla, considerando não apenas o desempenho financeiro, mas também os impactos causados ao meio ambiente e sociedade (Pereira, da Silva e Carbonari, 2011). Esse termo serviu para ressaltar que a sociedade dependeria da economia e a economia dependeria

de um ecossistema global, que precisa estar saudável para que tudo funcione de forma adequada (Elkington, 1997). Essa correlação é ilustrada na Figura 2, abaixo.

Figura 2 - As dimensões da sustentabilidade abordadas no *Triple Bottom Line*



Fonte: Pereira, da Silva e Carbonari, 2011

Já em 1997 foi fundada em Boston (Estados Unidos), a *Global Reporting Initiative* (GRI) (GRI, 2024a), uma importante organização internacional que tem como objetivo auxiliar diversas instituições a comunicarem o impacto de seus negócios em relação a tópicos relevantes da sustentabilidade como, por exemplo, as mudanças climáticas (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS, 2019). Para isso, no ano de 2000, a GRI publicou uma primeira versão de uma série de diretrizes que forneciam uma primeira estrutura global para que os relatórios de sustentabilidade fossem elaborados. Ao longo dos anos, essas diretrizes foram sendo aprimoradas, sendo a última versão lançada em 2013. A atuação da GRI também foi sendo ampliada e, hoje, ela possui escritórios regionais em cidades de vários países, como: Nova Iorque, São Paulo e Johannesburgo (GRI, 2024a).

Também no ano 2000 diversos líderes mundiais se reuniram na sede da ONU, em Nova York, com o objetivo de estruturar uma visão ampla para combater a pobreza em suas múltiplas dimensões (ONU, 2015a). Essa visão deu origem a Declaração do Milênio, um compromisso firmado entre 189 países, dentre eles o Brasil, para que esses trabalhassem conjuntamente na construção de um mundo mais justo, próspero e seguro. A Declaração estabeleceu oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), apresentados na Figura 3. Envolvendo temas como: erradicação da fome e pobreza extrema, qualidade de vida, redução da mortalidade

infantil e educação básica de qualidade, esses Objetivos deveriam ser alcançados até 2015 (ONU Brasil, 2010). Cabe ressaltar que ODM e Declaração do Milênio auxiliaram na definição das prioridades globais para o período, inspirando os esforços para o desenvolvimento e direcionando as ações a serem realizadas (ONU, 2012).



Fonte: ODM Brasil, 2024

A experiência dos ODM trouxe diversas lições, que ajudaram na elaboração dos próximos passos a serem dados. A partir das metas propostas foi possível alcançar conquistas significativas no período de 2000-2015, melhorando a vida de milhões de pessoas no mundo todo graças aos esforços empregados à nível mundial, nacional, regional e local. Observou-se que com estratégias consistentes, intervenções específicas, recursos suficientes e engajamento político foi possível fazer mudanças significativas até mesmo nos países mais pobres (ONU, 2015a). Por meio dos ODM definiu-se, pela primeira vez, um conjunto de metas quantitativas com um prazo definido, permitindo operacionalizar algumas das dimensões do desenvolvimento humano (ONU, 2012).

Apesar dos avanços obtidos com os ODM, não foi possível alcançar todas as metas propostas. Observou-se, por exemplo, um progresso desigual entre diferentes países e regiões, o que fez com que milhões de pessoas mais pobres e vulneráveis, seja por causa do seu sexo, idade ou localização geográfica, fossem “deixadas para trás” (ONU, 2015a). Além disso, algumas questões relacionadas a estruturação dos Objetivos e acompanhamento desses ao longo do tempo se mostraram pontos a serem melhorados (De Carvalho e Barcellos, 2014). O relatório final dos ODM apontava, por exemplo, para uma lacuna de dados relacionados a diversas áreas de desenvolvimento, seja pela má qualidade dos dados existentes ou pela indisponibilidade desses, levando muitos governos a confiarem em dados de qualidade questionável para tomada de decisão (ONU, 2015a).

Dando sequência ao trabalho desenvolvido, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio+20, na cidade do Rio de Janeiro em 2012, os Estados-Membros da ONU decidiram lançar um processo para desenvolver os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2024a). Começava a surgir então uma nova agenda, a Agenda 2030, em que o desenvolvimento sustentável era o tema central, objetivando-se transformar o mundo, garantindo a paz, os direitos humanos e a proteção do meio ambiente (ONU, 2015a).

Após mais de dois anos de consulta pública e envolvimento da sociedade civil e partes interessadas de diversos países (ONU, 2015b), a ONU propôs aos seus países membros³, dentre eles o Brasil, em 2015, a Agenda 2030 (Rede Brasil do Pacto Global, 2024a). Composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 4) e 169 metas, a Agenda 2030 foi construída a partir do legado deixado pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio com o propósito de dar continuidade ao que não foi alcançado e ir além, tratando de diversos temas importantes para o desenvolvimento, como acesso à educação, erradicação da pobreza e mudança climática, e definindo objetivos sociais, ambientais e econômicos, além de meios de implementação para esses (ONU, 2015b). Destaca-se que ODS trouxeram avanços significativos em relação aos ODM, abordando algumas barreiras para o desenvolvimento sustentável, além de equilibrarem de forma mais adequada as dimensões social, econômica e ambiental desse (*International Council for Science - ICSU e International Social Science Council - ISSC*, 2015).

Figura 4 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: ONU Brasil, 2024

³ Os 193 estados-membros da ONU aderiram a Agenda 2030 (PNUMA, 2024), estando entre eles países como: Estados Unidos, Alemanha, Espanha, Índia, Coreia do Norte, China e Peru (ONU, 2021).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável entraram em vigor no dia 1º de janeiro de 2016 e servem de orientação para as decisões tomadas até 2030 (Roma, 2019). Cabe ressaltar que esses Objetivos são indivisíveis, ou seja, estão interligados e integrados e são de natureza global e universalmente aplicáveis, equilibrando as dimensões econômica, ambiental e social do desenvolvimento sustentável (ONU, 2015b). Espera-se que esses Objetivos auxiliem na relação entre humanidade e natureza, tornando-a mais equilibrada, com padrões de produção, consumo e a utilização dos recursos naturais de forma mais sustentável, bem como que o desenvolvimento e o uso de tecnologias possam considerar as alterações no clima e respeitar a biodiversidade. Almeja-se também que cada país possa desfrutar de um crescimento econômico sustentável e inclusivo (ONU, 2015b). Assim, é crucial que todos os países se empenhem para alcançar os resultados referentes aos ODS, visto que não atingi-los implica na continuidade de problemas como a crise climática e as desigualdades (ONU, 2023a).

Cabe ressaltar que para que os resultados dos ODS sejam alcançados, esses devem ser trabalhados em nível global e regional, considerando os contextos locais e respeitando suas prioridades e políticas, já que cada país enfrenta desafios específicos para alcançar o desenvolvimento sustentável. Assim, cada governo deve definir suas próprias metas nacionais e estabelecer como elas serão incorporadas em suas estratégias e políticas de planejamento (ONU, 2015b; Roma, 2019). Outro ponto importante é envolver governos, autoridades locais, sociedade civil, setor privado, negócios, comunidade científica, ou seja, todos, uma vez que a geração atual pode ser a primeira a conseguir erradicar a pobreza e a última a ter a oportunidade de resolver alguns dos grandes problemas do planeta (ONU, 2015b).

Além desses pontos, para que os ODS possam ser atingidos é importante também realizar o acompanhamento e avaliação do progresso desses em todos os níveis: global, nacional e regional, o que é de responsabilidade dos governos (ONU, 2015b). Cabe ressaltar que muitas metas propostas nos ODS podem trazer contribuições em diferentes Objetivos, sendo importante tratar e acompanhar as metas de forma integrada (ICSU e ISSC, 2015). Para tal, dados confiáveis, acessíveis e atualizados são necessários não só para mensurar os avanços obtidos mas também para tomada de decisões assertivas (ONU, 2015b). Nesse sentido, ferramentas interessantes são os relatórios de acompanhamento dos ODS. Esses podem ser realizados em nível municipal, como feito em Belo Horizonte, reafirmando o compromisso assumido pelas cidades com o monitoramento das metas propostas pela ONU, adequando-as ao contexto local (Belo Horizonte, 2022). E também podem feitos em nível global como é o caso do *The Sustainable Development Goals Report - Special Edition* (ONU, 2023a).

Publicado em julho de 2023 pela ONU, *The Sustainable Development Goals Report - Special Edition*, avaliou o progresso global da Agenda 2030 utilizando os dados e estimativas mais recentes disponíveis (*United Nations Department of Economic and Social Affairs -UNDESA*, 2023a). Por meio dele, foi possível observar que a falta de avanços para alcançar os ODS é universal e os mais afetados por isso são os países em desenvolvimento e pessoas em situação de vulnerabilidade social. O relatório informa que estando no meio do prazo final para a Agenda 2030, o progresso obtido em mais de 50% das metas dos ODS é fraco ou insuficiente e em 30% das metas o progresso estagnou ou houve um retrocesso (ONU, 2023a). Cabe salientar que alguns trabalhos apontam, por exemplo, que para os ODS serem implementados de forma mais eficaz seria necessário que alguns deles apresentassem metas mais específicas e tangíveis ou ainda que precisam ser mais bem estruturadas (ICSU e ISSC, 2015).

Observou-se também que, de acordo com o documento, alguns avanços em relação a disponibilidade de dados e progressos importantes foram feitos no desenvolvimento de indicadores para os ODS, mas o relatório lembra que ainda existem lacunas no que se refere a disponibilidade de dados (ONU, 2023a). Juntamente a isso, a edição especial do Relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável aponta que desafios como as alterações climáticas, os efeitos da pandemia da COVID-19 e a ocorrência de conflitos podem colocar em risco o alcance dos ODS (ONU, 2023a). É importante lembrar que desenvolvimento e meio ambiente não devem ser vistos como desafios isolados, mas sim relacionados em um sistema complexo de causa e efeito. Não é possível proteger o meio ambiente quando o crescimento desconsidera os custos da destruição ambiental, bem como o desenvolvimento não pode acontecer em cenários de degradação dos recursos ambientais (CMMAD, 1987).

Assim, na tentativa de levar essa correlação meio ambiente e desenvolvimento para dentro das agendas das principais empresas do Brasil e do mundo, um termo que tem ganhado importância é o termo ESG. Proposto formalmente em 2004, a sigla em inglês se refere, respectivamente, a *environmental, social and governance*, ou as práticas ambientais, sociais e de governança, respectivamente, de uma organização (Rede Brasil do Pacto Global, 2024b). A dimensão ambiental se refere as questões ambientais que possam ter impactos positivos ou negativos para empresas, governos ou pessoas, estando relacionada a fatores como: emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs) e produção e gestão de resíduos. Já a dimensão social relaciona-se a aspectos como: gestão da cadeia de suprimentos, saúde e segurança no trabalho e dos clientes e impactos na comunidade, ou seja, a fatores sociais que podem impactar tanto empresas quanto sociedade. Por fim, a dimensão governança se refere a aspectos como: códigos de conduta e princípios

éticos, transparência e divulgação de informações relevantes das organizações e corrupção (*European Banking Authority* - EBA, 2021; Li *et al.*, 2021). É importante lembrar que o ESG não é um desdobramento da sustentabilidade empresarial, mas sim a própria sustentabilidade empresarial (Rede Brasil do Pacto Global, 2024b).

Assim, fazer a sociedade e a economia mundial sustentáveis é um dos desafios mais importantes atualmente e para que seja atingido é necessário mudar tanto a maneira de pensar quanto de agir, o que requer novas abordagens que impactem menos o meio ambiente (Ben-Eli, 2015). O desenvolvimento sustentável será alcançado a partir de um processo de mudança, em que será necessário direcionar investimentos, desenvolvimento tecnológico, exploração de recursos e instituições de forma que sejam compatíveis com as necessidades atuais e futuras. Esse não é um processo fácil e escolhas difíceis devem ser feitas (CMMAD, 1987). Não se pode continuar fazendo mais do mesmo e esperar um resultado diferente (ONU, 2023a), sendo importante não só fazer essas mudanças como também avaliá-las ao longo do tempo para entender os impactos positivos gerados.

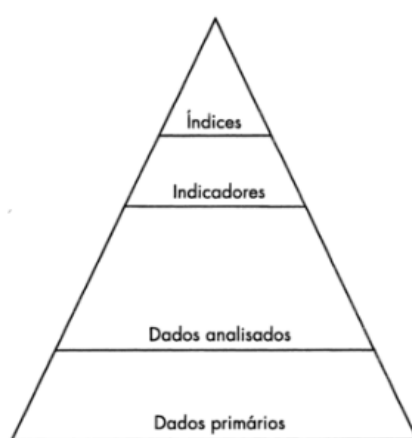
2.1.2. Indicadores de sustentabilidade

Para que a sustentabilidade possa ser alcançada é de extrema importância que ela seja mensurada. Porém, apesar do termo ser amplamente utilizado e discutido, é bastante difícil conseguir medir os avanços obtidos nesse campo (Hak, Moldan e Dahl, 2007). Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade têm papel importante, já que permitem mensurar aspectos sociais, ambientais e econômicos de um processo ou produto (Trucillo e Erto, 2023), operacionalizando-a e subsidiando a tomada de decisão em diferentes áreas (Hak, Moldan e Dahl, 2007).

De acordo com Latawiec e Agol (2015) os indicadores devem ser mensuráveis, viáveis, simples e considerarem quem vai utilizá-los, sendo importante analisar caso a caso para selecionar os mais adequados. Na literatura, é possível encontrar diversas opções de indicadores de sustentabilidade, que devem ser escolhidos para avaliar um processo, produto ou empresa considerando alguns fatores como, por exemplo, os objetivos esperados a partir deles, escalas temporais e espaciais adequadas para avaliação (Latawiec e Agol, 2015) e devem buscar englobar todos os pontos e etapas do que está sob avaliação (Trucillo e Erto, 2023).

Apesar dos indicadores regularmente serem representados de forma gráfica ou estatística, eles são diferentes dos dados primários e estatísticas. Os indicadores e índices⁴ ocupam o topo de uma pirâmide de informações em que a base são os dados primários derivados do monitoramento e análise de dados (Figura 5) (Hammond *et al.*, 1995). Na Tabela 1 são apresentados alguns exemplos de sistemas de indicadores para mensurar a sustentabilidade. É importante lembrar que a maioria dos indicadores de sustentabilidade derivam de análises isoladas dos aspectos sociais, ambientais e econômicos (Hak, Moldan e Dahl, 2007).

Figura 5- Pirâmide de informações



Fonte: Adaptada de Hammond *et al.*, 1995

⁴ É importante lembrar que índice e indicadores possuem diferenças. O índice pode ser utilizado como uma ferramenta de tomada de decisão, sendo formado por um conjunto de indicadores ou variáveis. Já o indicador é um parâmetro escolhido e analisado de forma isolada ou combinado com outros para avaliar as condições de um determinado sistema, funcionando, normalmente, como um pré-tratamento aos dados originais (Siche *et al.*, 2007).

Tabela 1 – Exemplos de sistemas de indicadores de sustentabilidade

| Sistema de indicadores | Conceito | Exemplos de aspectos avaliados |
|---|--|--|
| PER (Pressão-Estado-Resposta) ou PSR (<i>Pressure-State-Response</i>) | <p>É formado por indicadores de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Pressão ambiental (P)</u>: descrevem as pressões exercidas pelas atividades humanas sobre o meio ambiente; - <u>Estado (E)</u>: relacionados à qualidade do meio ambiente e recursos naturais; - <u>Resposta (R)</u>: mostram até que ponto a sociedade está respondendo às mudanças ambientais (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, 1993).⁵ | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Pressão</u>: emissões de CO₂, geração de resíduos municipais, industriais, nucleares e perigosos. - <u>Estado</u>: temperatura média global, área, volume e distribuição de florestas. - <u>Resposta</u>: % da população ligada a estações de tratamento de águas residuais, custos para redução da poluição do ar (OCDE, 1993). |
| Família das pegadas | <p>É um conjunto de indicadores que permitem rastrear a pressão humana no planeta considerando diferentes aspectos. É composta por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Pegada ecológica</u>: refere-se a capacidade ecológica, ou seja, água e área agregada de terra para produzir recursos, necessária para sustentar determinada economia (Wackernagel e Rees, 1997); - <u>Pegada de carbono</u>: quantidade total de emissões de GEEs direta ou indiretamente geradas por uma atividade ou acumuladas ao longo da vida de um produto (Galli <i>et al.</i>, 2012); - <u>Pegada hídrica</u>: volume de água utilizado para produzir um produto, considerando toda a cadeia produtiva (Hoekstra <i>et al.</i>, 2011).⁶ | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Pegada ecológica</u> - <u>Pegada hídrica</u> - <u>Pegada de carbono</u> (Galli <i>et al.</i>, 2012). |

⁵ Desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), serviu como base para o desenvolvimento de outros sistemas como o PEIR, Pressão-Estado-Impacto-Resposta, e o FPEIR, Força motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PNUMA, 2019; Tayra e Ribeiro, 2006).

⁶ Inicialmente proposto por Galli *et al.*, (2012), as três pegadas se sobrepõem e se complementam, permitindo rastrear a pressão humana em aspectos importantes para manutenção da vida na Terra (Galli *et al.*, 2012).

| | | |
|---|--|---|
| <p>Relatório <i>Toward</i> <i>Common Metrics</i> <i>and Consistent</i> <i>Reporting of</i> <i>Sustainable Value</i> <i>Creation</i></p> | <p>Usando como base os ODS e os pilares ESG, o documento define métricas comuns para criação de valor para empresas por meio da sustentabilidade (IBGC, 2020) separadas em quatro pilares⁷:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Governança</u>: engloba temas como envolvimento de <i>stakeholders</i> e comportamentos éticos; - <u>Planeta</u>: traz temas como mudanças climáticas e disponibilidade de água doce; - <u>Pessoas</u>: traz temas como saúde, bem-estar, dignidade e igualdade; - <u>Prosperidade</u>: envolve tópicos como criação de empregos e inovação para aprimorar produtos e serviços. <p>Para cada um dos pilares, o relatório destaca os temas mais relevantes e propõe métricas baseadas nos padrões já estabelecidos por organizações com a GRI para divulgação de informações sobre sustentabilidade (Fórum Econômico Mundial - FEM, 2020).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Governança</u>: nº total e natureza dos incidentes de corrupção ao longo do ano vigente; - <u>Planeta</u>: relatar emissões de escopos 1 e 2 do <i>GHG Protocol</i>⁸ em tCO₂e; - <u>Pessoas</u>: taxa total de incidentes registrados (TRIR) para determinadas categorias de trabalho; - <u>Prosperidade</u>: porcentagem de gastos com P&D em relação a vendas totais (FEM, 2020). |
| <p>Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3)</p> | <p>Para participar, as companhias listadas na Bolsa de Valores Brasileira, a B3, que atendam os critérios de inclusão definidos na metodologia do ISE B3 devem preencher um questionário organizado em cinco dimensões (capital humano, governança corporativa e alta gestão, modelo de negócio e inovação, capital social e meio ambiente), compostas por diversos temas e perguntas (B3, 2022, 2023).⁹</p> | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Capital humano</u>: condições de trabalho; - <u>Governança corporativa e alta gestão</u>: engajamento das lideranças com a sustentabilidade; - <u>Modelo de negócio e inovação</u>: gestão do ciclo de vida; - <u>Capital social</u>: compromisso com os direitos humanos; - <u>Meio ambiente</u>: bem-estar animal (B3, 2023). |

Fonte: elaborada pela própria autora

⁷ Esse Relatório foi publicado pelo Fórum Econômico Mundial em 2020 e é resultado de um trabalho realizado durante a Reunião Anual de 2020 (IBGC, 2020).

⁸ O *GHG Protocol* estabelece diretrizes e métodos globais e padronizados para mensurar e gerenciar as emissões de GEEs de operações dos setores público e privado, além de ações de mitigação. O escopo 1 refere-se a emissões diretas de fontes controladas ou próprias da empresa inventariante, já o escopo 2 está relacionado a emissões indiretas da geração de energia térmica e/ou elétrica comprada (FGV EAESP, 2023).

⁹ Criado em 2005 pela Bolsa de Valores Brasileira, a B3, é o 4º índice de Sustentabilidade proposto no mundo (B3, 2024). Foi elaborado para ser uma referência para investidores que querem acompanhar os resultados de empresas que se preocupam com sustentabilidade, bem como ser um agente de mudanças nas práticas empresariais (Cristófaló *et al.*, 2016; Marcondes; Bacarji, 2010).

Além dos exemplos apresentados anteriormente, outra ferramenta importante pensando no contexto das empresas é o relatório de sustentabilidade. Esses trazem informações sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos mais importantes das atividades desenvolvidas por determinada empresa (GRI, 2024b), podendo ser utilizados para avaliar o desempenho delas em sustentabilidade ao longo do tempo e para aprimorar práticas empresariais e de comunicação internas e externas (GRI, 2002). Para serem elaborados, existem alguns padrões e estruturas internacionalmente reconhecidos que podem ser adotados de forma voluntária pelas organizações, como o da *Global Reporting Initiative* e o do *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD) (Wagenhofer, 2024). Além desses, outro conjunto de normas relevante é o *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS), ou Padrões de Relatórios de Sustentabilidade da União Europeia, que busca padronizar os relatórios de sustentabilidade na Europa (*European Financial Reporting Advisory Group* - EFRAG, 2024) e passará a ser obrigatório para diversas empresas em países da União Europeia a partir de 2024 de forma gradual, representando um importante avanço no campo da sustentabilidade (EFRAG, 2024; Wagenhofer, 2024).

De acordo com o *Benchmarking* de Sustentabilidade da Indústria Química publicado pela Fundação Dom Cabral e Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim) em 2018, todas as empresas do setor químico analisadas no cenário internacional publicaram relatório de sustentabilidade, com a grande maioria seguindo padrões internacionais, como o GRI. Além disso, parte significativa das empresas englobava os ODS em suas estratégias de sustentabilidade, indicando se tratar de empresa mais maduras em relação aos seus desafios socioambientais. Cabe ressaltar também que é possível perceber diferenças entre as temáticas principais dos relatórios de sustentabilidade de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Enquanto nos primeiros foca-se mais frequentemente em questões relacionadas à produção sustentável e emissões da cadeia de suprimentos, em países em desenvolvimento as questões mais recorrentes estão relacionadas à direitos humanos e educação (Stanislavská *et al.*, 2023).

Já no cenário nacional, 58% das indústrias químicas analisadas não publicaram relatório de sustentabilidade e dentre as que o fizeram, apenas 21% publicaram seus relatórios seguindo os padrões estabelecidos pelo GRI. Foi possível perceber também que algumas das empresas brasileiras avaliadas acompanhavam as tendências em sustentabilidade, porém ainda não conseguiam transformá-las em estratégias e práticas consistentes (Abiquim e FDC, 2018).

Ferramentas como os relatórios de sustentabilidade são essenciais para a criação de valor das empresas. Isso porque além de serem de interesse público, fornecem subsídios para que oportunidades e riscos relacionados aos impactos da empresa possam ser identificados, impactos estes que podem ter consequências dentro da própria empresa, seja no operacional ou em sua reputação, tornando-se relevante também do ponto de vista financeiro (GRI, 2024b). Entretanto, apesar das diversas estruturas e teorias desenvolvidas para mensurar a sustentabilidade, essa ainda é uma tarefa desafiadora devido à complexidade do tema (Paridhi e Arora, 2023).

Questões como quais e com quantos detalhes os dados sobre as práticas em sustentabilidade das empresas devem ser divulgados, além de lacunas na comunicação de dados por parte das organizações e falta de padronização no processo de mensuração precisam ser considerados e resolvidos para que se avance no alcance da sustentabilidade (Paridhi e Arora, 2023). De acordo com Stolowy e Paugam, 2023, a existência de diversas organizações e normas relacionadas a sustentabilidade e a elaboração de relatórios de sustentabilidade pode ter consequências ruins como, por exemplo, reduzir a eficácia do modelos e padrões existentes, aumentar a complexidade da integração de informações sobre sustentabilidade e permitir que as empresas escolham utilizar as normas que permitam mostrar os seus melhores resultados. Outro ponto importante é a diversidade de definições para sustentabilidade, que faz com que as escolhas das empresas para seus relatórios de sustentabilidade, por exemplo, sejam bastante variáveis (Miklosik e Evans, 2021; Stolowy e Paugam, 2023).

2.1.3. Cenário atual da sustentabilidade

Termos como sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e ESG têm sido cada vez mais discutidos no mundo todo (Li *et al.*, 2021; Paridhi e Arora, 2023) e acabam por influenciar a forma como empresas atuam e se comunicam com as partes envolvidas (Stolowy e Paugam, 2023). Apesar disso, é possível perceber variações em relação ao significado desses termos tanto nas organizações que estabelecem padrões para a divulgação de informações sobre sustentabilidade, quanto entre as empresas que reportam essas informações (Stolowy e Paugam, 2023). Observa-se também que faltam políticas públicas e leis para orientar o setor produtivo a avançar no sentido da sustentabilidade. Assim, ainda é possível perceber, em certas situações, que as questões ambientais e sociais são negligenciadas por se acreditar erroneamente que os custos com a sustentabilidade superam seus benefícios. Todavia, os benefícios, frequentemente, são de longo prazo, enquanto os custos são de curto prazo, assim, a escolha não é entre

sustentabilidade e lucro, mas entre curto e longo prazo, sendo o curto prazo frequentemente escolhido (Wrathall e Steriopoulos, 2022).

A transição para a sustentabilidade pode ocorrer por diversas maneiras, variando desde as mais impactantes, como uma transição em decorrência de eventos catastróficos, até mais suaves, como uma transição feita em decorrência de mudanças culturais, políticas e econômicas voluntárias (Manzini e Vezzoli, 2016). Nesse sentido, o momento atual representa uma grande oportunidade para esta transição. Isso porque a difusão das tecnologias de comunicação e da informação juntamente com a interconectividade global podem acelerar o progresso humano, bem como o desenvolvimento de inovações tecnológicas e científicas em diversas áreas (ONU, 2015b). Cabe ressaltar, porém, que além de uma grande oportunidade, esta é uma necessidade atual, tendo em vista o cenário de esgotamento de recursos, mudanças climáticas e outras questões amplamente discutidas atualmente no campo da sustentabilidade.

É importante ressaltar que a sustentabilidade representa mais do que “ser verde”, trata-se de fazer processos e produtos de maneira mais eficaz e eficiente, gerar impactos positivos e deixar legados duradouros (Wrathall e Steriopoulos, 2022). Nesse sentido, uma variável importante para que seja possível controlar os impactos causados pelas atividades humanas é a ecoeficiência das tecnologias aplicadas (Manzini e Vezzoli, 2016), a qual, para ser alcançada, faz com que seja necessária a pesquisa por novas tecnologias e estratégias que permitam a produção e distribuição de bens gerando menor impacto ao meio ambiente (Rabêlo, 2015).

Por ser um assunto em evidência atualmente, a sustentabilidade, em alguns casos, pode ser usada de forma equivocada, levando ao *greenwashing* (Hak, Moldan e Dahl, 2007). Esse termo é utilizado para designar “o ato de enganar os consumidores em relação às práticas ambientais de uma empresa ou aos benefícios ambientais de um produto ou serviço” (Terrachoice, 2010 *apud* Parguel, Benoit-Moreau e Russell, 2015, p.1, tradução nossa) e vem aumentando consideravelmente nos últimos anos à medida que as empresas tentam satisfazer consumidores que buscam por produtos e serviços que causem menos impactos ao meio ambiente (Dahl, 2010). Cabe ressaltar que nem todo produto ou serviço que apresenta melhorias em relação a aspectos ambientais pode ser considerado sustentável. Para que um processo ou produto possa ser sustentável requisitos como a otimização da utilização de recursos não renováveis e a redução de resíduos precisam ser considerados (Manzini e Vezzoli, 2016).

Dentro da sustentabilidade alguns tópicos têm sido mais abordados e trabalhados por empresas e indústrias. De acordo com Stanislavská *et al.*, (2023) em relatórios de sustentabilidade do

mundo todo foi possível perceber três temas principais tratados: 1) direitos humanos, 2) diversidade, equidade e inclusão e 3) produção sustentável, sendo observadas algumas diferenças de estratégias de comunicação das informações entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. No caso das indústrias químicas, especificamente, tanto no Brasil quanto no mundo, estas estão mais desenvolvidas em assuntos ambientais do que sociais. Isso porque, nesse último caso, faltam estratégias bem estruturadas e indicadores sólidos para avaliação (Abiquim e FDC, 2018).

O Relatório Mundial de Investimento 2023 da UNCTAD (sigla em inglês para Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento) mostrou que os investimentos em projetos e instalações em países em desenvolvimento nos temas abordados dentro dos 17 ODS (Figura 3) atingiu 471 bilhões de dólares em 2022, um aumento superior a 60% em relação a 2015, com destaque para as áreas de: energia renovável, que cresceu 21%, infraestrutura que cresceu 16%, a qual engloba infraestrutura de transportes, geração e armazenamento de energia e telecomunicações, e saneamento e água, que cresceu 13%. Nesse sentido, Neder *et al.* (2019) apontam que temas como redução de emissões e tecnologias baixo carbono vêm ganhando importância inclusive na produção científica e já são uma preocupação em diversos processos produtivos a certo tempo, especialmente quando se considera o cenário de mudanças climáticas.

Considerando o setor químico, a Abiquim e FDC (2018) mapearam os temas mais relevantes e que estão ganhando destaque dentro de empresas nacionais e internacionais, mostrados na Tabela 2. É possível perceber que diversos temas, como Água e Saúde, aparecem como relevantes em ambos os cenários. O tema Diversidade também foi apontado como de grande importância para as empresas, sendo importante não só no âmbito dos relatórios de sustentabilidade, mas nas discussões recentes de movimentos em prol da igualdade para mulheres, LGBTQIA+ e outros. Por outro lado, tópicos como emissões de gases e gestão de resíduos, apesar de aparecerem como relevantes não estão entre os desafios de alta prioridade na gestão das empresas analisadas. Foi possível observar também que diversas das políticas relacionadas a sustentabilidade das empresas internacionais analisadas estavam voltadas principalmente para países que possuem regulamentações ou fazem uma pressão socioambiental mais rígidas (Abiquim e FDC, 2018).

A sustentabilidade também coloca em discussão o modelo de desenvolvimento atual. Nos próximos anos, provavelmente será necessário migrar de uma sociedade em que saúde econômica e bem-estar são medidos em relação ao consumo de matéria-prima e crescimento

populacional, para uma sociedade que consiga viver melhor consumindo menos e com uma economia que reduza a produção de produtos materiais (Manzini e Vezzoli, 2016). Nesse sentido, de acordo com Neder *et al.* (2019), outro termo que vem ganhando importância é o Economia Circular¹⁰. Observou-se que esse tipo de economia tem sido uma tendência entre empresas que querem mudar sua cadeia produtiva para que gerem menos impactos ao meio ambiente integrando as diversas etapas de produção para que um resíduo seja aproveitado em outro processo (Neder *et al.*, 2019).

Tabela 2- Temas¹¹ emergentes e mais relevantes para empresas nacionais e internacionais do setor químico

| Temas sociais | | Temas ambientais | | Temas emergentes | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| Brasil | Internacionais | Brasil | Internacionais | Brasil | Internacionais |
| -Saúde e segurança ocupacional | -Saúde e segurança ocupacional | -Água | -Água | -Uso dos produtos | -Segurança no transporte |
| -Comunidades locais | -Comunidades locais | -Gestão de efluentes e resíduos | -Gestão de resíduos | -Diversidade e igualdade de oportunidades | -Diversidade e oportunidades iguais |
| -Ética e transparência | -Ética, transparência e integridade | -Emissões e mudanças climáticas | -Emissões e mudanças climáticas | -Inovação sustentável | -Produtos sustentáveis |
| -Qualificação de funcionários | -Direitos humanos | - Energia | - Energia | | |
| | - <i>Supply chain</i> | -Uso de matérias-primas | -Uso de matérias-primas | | |

Fonte: Adaptado de Abiquim e FDC, 2018

Assim, para que se alcance a sustentabilidade é importante trabalhar novas visões sobre temas como: justiça ambiental, equidade social e ética empresarial, compreendendo melhor não só o capital financeiro, mas o capital humano, social e natural. Juntamente a isso, serão necessárias também tecnologias que causem menos impactos ao meio ambiente e mercados que promovam a desmaterialização (Elkington, 1997). Nesse sentido, a ciência também tem um papel relevante para o desenvolvimento sustentável, já que traz evidências que corroboram a criação de metas e indicadores para testar soluções, identificar riscos e avaliar o avanço. Além disso, as pesquisas feitas nas últimas décadas trouxeram informações de extrema importância para que se

¹⁰A Economia Circular pode ser definida como aquela que busca gerenciar os recursos de forma eficiente, minimizando resíduos e ampliando a utilização de materiais renováveis e recicláveis, sendo inspirada nos ecossistemas naturais (Pearce e Turner, 1989)

¹¹ A Abiquim e FDC optaram por serem fiéis aos nomes utilizados pelas empresas em seus relatórios de sustentabilidade. Desta forma, um mesmo tema, nesse caso, pode receber denominações diferentes.

compreenda a relação entre sociedade e meio ambiente, auxiliando no planejamento de políticas em diferentes níveis (ICSU e ISSC, 2015).

2.2. Química, inovação e sustentabilidade

Alguns dos grandes desafios que a sociedade atual enfrenta dependem da disponibilidade de materiais e processos mais eficientes, bem como de alternativas “mais limpas” do ponto de vista energético para serem enfrentados. Nesse sentido, as ciências, em especial a química, são cruciais para o desenvolvimento de soluções para esses desafios técnicos (Garcia-Martinez, 2016). Isso porque trazem ferramentas para que se avance em diversas áreas relevantes para as pessoas e o planeta, contribuindo, por exemplo, para o desenvolvimento econômico, para solucionar questões ambientais, bem como para promover o progresso e a competitividade (Miedema, 2022).

2.2.1. O papel da química na sociedade

Ao longo de sua história, a química trouxe contribuições importantes para melhorar o bem-estar humano, impactando diretamente na qualidade de vida e saúde da população. A química medicinal e a descoberta da penicilina¹², por exemplo, permitiram tratar distúrbios metabólicos e doenças infecciosas, além de controlar a dor, melhorando a expectativa e qualidade de vida. Esta ciência também trouxe avanços em outros campos, como na agricultura, auxiliando na produção de alimentos mundial por meio de produtos como reguladores de crescimento de plantas, pesticidas e fertilizantes (Garcia-Martinez e Serrano-Torregrosa, 2011).

A química tem um papel interdisciplinar entre as outras ciências, sendo crucial para compreender o funcionamento de produtos e processos que atuem nos sistemas biológicos, ecológicos, físicos e de engenharia e que afetam as pessoas e o planeta no longo prazo (Wissinger *et al.*, 2021). Desta forma, esta ciência tornou possível também o desenvolvimento de uma ampla variedade de materiais, incluindo plásticos, polímeros, semicondutores e outros que podem ser aplicados em diversas áreas, indo desde imagens médicas a tecnologias de informação (Garcia-Martinez e Serrano-Torregrosa, 2011).

Nesse sentido, as indústrias químicas são de extrema relevância para a sociedade e sustentabilidade, já que são cruciais para produção de insumos e produtos para outros setores da economia e, por causa disso, têm grande impacto na sustentabilidade daquilo que estão

¹² O primeiro antibiótico da família β - lactâmico descoberto em 1928 (Garcia-Martinez e Serrano-Torregrosa, 2011).

inseridas (Abiquim e FDC, 2018). Vale lembrar que indústrias do setor químico em todo o mundo, motivadas por pressões externas e regulamentações mais exigentes, vêm progredindo no sentido de tornar seus processos mais adequados do ponto de vista ambiental (Abiquim e FDC, 2018; Garcia-Martinez, 2016). Um exemplo é a utilização da Avaliação de Ciclo de Vida¹³ no setor industrial, o que pode ajudar as empresas a planejarem suas atividades de forma que estas auxiliem no alcance dos ODS, por exemplo (Maranghi e Brondi, 2020).

Enquanto ciência básica, a química também tem papel central na resolução de alguns dos desafios relacionados a sustentabilidade, como os trabalhados nos ODS, visto que fornece diversas soluções para esses (Garcia-Martinez, 2016). Dentro dos ODS, por exemplo, ela pode auxiliar tanto nos Objetivos voltados para questões ambientais, como nos ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima e o ODS 14 – Vida na água, quanto em Objetivos relacionados a outras temáticas, como o ODS 6 – Água potável e saneamento, que impacta no ODS 3 – Saúde e bem – estar, ou o ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura, que acaba por impactar o crescimento econômico (Wissinger *et al.*, 2021). Cabe ressaltar que é desafiador pensar em alcançar a sustentabilidade sem que os processos da química, que constituem a base energética e material da sociedade, estejam alinhados aos princípios dela, se tornando menos tóxicos e poluidores (Anastas e Zimmerman, 2018), sendo importante que cientistas, instituições de pesquisa e agências financiadoras incluam isso em seus objetivos (Garcia-Martinez, 2016).

É possível perceber que ao longo do seu desenvolvimento, a química ajudou na resolução de problemas, como a redução da poluição, mas também causou impactos negativos no meio ambiente (Kovac, 2015). Apesar dos diversos benefícios trazidos para a sociedade, seus princípios e descobertas são, eventualmente, mal utilizados. Processos que tornaram possível a produção de alimentos pra parte significativa da população mundial, por exemplo, também foram utilizados para produzir explosivos e no extermínio de judeus em câmaras de gás (Garcia-Martinez, 2016). Por causa dessa e de outras discussões, a palavra química é, frequentemente, utilizada para trazer uma conotação negativa a algo. Termos como: arma química, dependência química e pneumonia química são apenas alguns exemplos disso. Cabe ressaltar que a simples menção ao termo química pode fazer de um produto menos popular, o

¹³ A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta utilizada para avaliar o conjunto de interações que um produto tem com o ambiente, considerando da extração da matéria-prima até a eliminação final do produto (Manzini e Vezzoli, 2016).

que faz com que sejam importantes ações e/ou programas que tenham como objetivo melhorar a imagem pública da química (Teruya *et al.*, 2013).

Nesse sentido, é importante que os profissionais da química tenham habilidades e responsabilidade para atuar buscando atender as necessidades atuais do planeta e das pessoas sem comprometer as gerações futuras (Garcia-Martinez, 2016). Também é relevante que esses profissionais entendam seu papel na manutenção da segurança e da saúde do planeta e considerem, por exemplo, os efeitos de longo prazo ao desenvolverem novas substâncias ou processos (Kovac, 2015). Cabe ressaltar que os químicos podem ser poderosos agentes de transformação para que se alcance um futuro mais sustentável, sendo crucial que as inovações descobertas e realizadas dentro dos laboratórios sejam levadas para o mercado (Garcia-Martinez, 2016).

2.2.2. Química e inovação

Muitas das tecnologias disponíveis no mercado atualmente têm origem em laboratórios de pesquisa (Garcia-Martinez, 2016). Nesse sentido, é crucial uma boa colaboração entre universidades e indústrias, com universidades voltadas para a construção do conhecimento e as indústrias gerenciando riscos da inovação e possuindo acesso à exploração (Arbix e Consoni, 2011). Dessa forma, uma boa interação permite que novos conhecimentos e tecnologias sejam criados, sendo possível desenvolver processos e produtos novos e melhores e ampliando a capacidade de inovação tecnológica das empresas (Ma *et al.*, 2018).

As inovações tecnológicas têm moldado as sociedades, provocando, em alguns casos, alterações radicais, como mudança de hábitos e reestruturação da economia e soberania. Atualmente, há uma grande expectativa em relação as possíveis mudanças que as novas tecnologias podem trazer. Assuntos como meio ambiente, inteligência artificial, saúde e bem-estar e transformação digital estão sendo bastante discutidos, porém não é possível afirmar com certeza quais e quantos deles moldarão o futuro (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial - EMBRAPII, 2022). Dessa forma, a inovação tem sido discutida de forma frequente, sendo crucial entender o conceito a que ela se refere (Maxamadumarovich; Obrenovic; Amonbojev, 2012).

No sentido mais amplo, o termo inovação deriva do latim *innovare*, que significa “fazer algo novo”. É possível perceber, porém, que esse termo é usado com significados diferentes dependendo do contexto que é empregado, sendo frequentemente confundido com invenção. Vale lembrar que a invenção é apenas o primeiro passo do processo para fazer uma boa ideia

útil e disseminá-la (Tidd e Bessant, 2015). Neder *et al.* (2019) aponta as principais definições para inovação encontradas na literatura, mostradas na Tabela 3. Ao analisar essas definições, nota-se que todas trazem, de alguma forma, a ideia de explorar algo novo ou aprimorar algo que já existe, sendo essa a definição adotada neste trabalho. Nesse sentido, Tidd e Bessant (2015) apontam que os conceitos para inovação variam na teoria, mas todos destacam a necessidade de ir além da invenção, completando o desenvolvimento daquele novo produto, processo ou serviço.

Tabela 3 - Principais definições sobre Inovação

| Autores | Conceito |
|--------------------------------------|--|
| Crossan e Apaydın (2010) | Produção ou adoção, assimilação e exploração de uma novidade de valor agregado nas esferas econômica e social; renovação e ampliação de produtos, serviços e mercados; desenvolvimento de novos métodos de produção; e estabelecimento de novos sistemas de gestão. É um processo e um resultado. |
| White e Bruton, (2011) | O processo pelo qual novos e melhorados produtos, processos, materiais e serviços são desenvolvidos e utilizados. |
| Sharma (2012) | A inovação é a implementação de um novo ou significativamente melhorado produto, serviço, processo, um novo método de marketing ou um novo método organizacional em práticas de negócios, organização no local de trabalho ou relações externas. |
| Kahn (2012) | O ato de criar um novo produto ou processo, que inclui invenção e o trabalho necessário para trazer uma ideia ou conceito para a forma final. |
| Biancolino, Maccari e Pereira (2013) | “Implementação de novos produtos, serviços, métodos de produção, processos, matérias-primas, mercados, métodos de marketing, organização e estruturas de mercado”. |
| Mckinley, Latham e Braun (2014) | Qualquer novo produto, serviço ou processo de produção que se afaste significativamente de arquiteturas anteriores de produtos, serviços ou processos de produção. |
| Souto (2015) | A inovação é a comercialização de uma invenção, mas também pode ser descrita como novas ideias brilhantes que são trazidas para o mercado através da implementação dessas novas ideias brilhantes em produtos das empresas, processos ou métodos organizacionais. Portanto, a inovação de produto, processo e organização são identificadas como os três principais tipos de inovação. |

Fonte: Neder *et al.*, 2019

De acordo com Tigre (2006), as mudanças tecnológicas podem ser classificadas pelo seu grau de inovação e extensão de mudanças em relação ao que já existia. Nesse sentido, Freeman e Soete (1997) trazem dois tipos principais de inovação: a incremental e a radical. O primeiro se

refere a uma mudança gradual, englobando aperfeiçoamento de processos, novas práticas de vendas e suprimentos ou melhorias de *design* ou qualidade de produtos, já a inovação do tipo radical rompe as trajetórias que já existem, trazendo uma nova rota tecnológica e um salto de produtividade (Tigre, 2006).

Tidd e Bessant (2015) trazem outra classificação interessante: os “4Ps” da inovação, ou seja, inovação de: produto, processo, posição e paradigma. A inovação de produto refere-se a mudanças em produtos e/ou serviços de uma empresa. Já a inovação de processo está relacionada a mudanças na forma como produtos e/ou serviços são desenvolvidos e entregues. Na inovação de posição as alterações estão no contexto em que o produto e/ou serviço é inserido. Por fim, na inovação de paradigma observam-se mudanças nos modelos mentais que orientam o que a empresa faz (Tidd e Bessant, 2015). É importante lembrar que a química enquanto ciência básica pode trazer contribuições em diversos desses casos. Isso porque ela pode auxiliar não só nos estágios iniciais da pesquisa, mas também em estágios mais avançados, como desenvolvimento de produtos e avaliação de impacto, contribuindo de forma imprescindível em todas as etapas da cadeia de inovação tecnológica (Garcia-Martinez e Serrano-Torregrosa, 2011).

Governos e organizações, cada vez mais, têm investido em inovação para se manterem competitivos e a sustentabilidade surge como uma maneira de minimizar os impactos dessas frente a questões ambientais (Neder *et al.*, 2019). A sustentabilidade e as preocupações com ambiente influenciam, mesmo que de forma sutil, na velocidade e, de forma mais significativa, na direção da inovação. Isso porque apesar de ciência e tecnologia terem suas próprias estruturas, elas são influenciadas por questões políticas, sociais e comerciais (Tidd e Bessant, 2015). Cabe ressaltar que inovação e sustentabilidade estão diretamente relacionadas já que para que um processo, produto ou serviço seja mais eficiente e sustentável, ele, inevitavelmente, passa por um contexto de inovação (Neder *et al.*, 2019).

Dessa forma, a busca por soluções para questões ambientais tornam necessárias novas tecnologias e técnicas que subsidiem maneiras de produção e distribuição de bens e serviços que provoquem menos impactos ao meio ambiente (Rabêlo, 2015). Nesse sentido, a química pode auxiliar, visto que serve como base para compreensão de diversos aspectos dentro de outras ciências naturais, como a física e biologia, e, por meio de suas interfaces com diversas ciências puras e aplicadas, assegura importantes avanços observados nos últimos anos em áreas

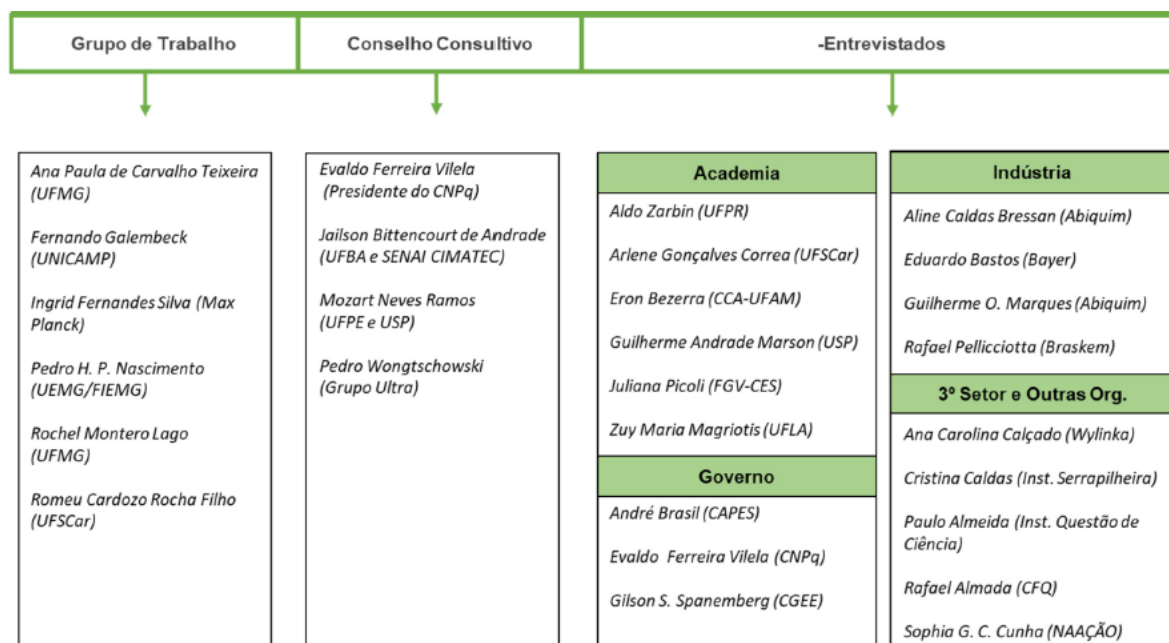
como: energia, biotecnologia, materiais e medicina (Garcia-Martinez e Serrano-Torregrosa, 2011), sendo relevante promover iniciativas que unam sustentabilidade e ciências básicas.

2.2.3. Promovendo sustentabilidade por meio de química e inovação: Programa Qui+S

Um exemplo de iniciativa que ressalta a importância das ciências básicas, como a química, para a sustentabilidade é o Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável 2022-23 (IYBSSD 2022-23). Definido pela ONU e sua agência para educação, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura), foi uma importante ação para auxiliar no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Academia Brasileira de Ciências - ABC, 2022). Esse teve como objetivo evidenciar a ligação entre os ODS e as ciências básicas, salientando como um impacto no alcance outro (ABC, 2022), e estimular contribuições das ciências básicas para a sustentabilidade (IYBSSD, 2022). Cabe lembrar que as ciências básicas são cruciais para os avanços tecnológicos, estimulando a inovação, bem como para enfrentar os grandes desafios atuais, como os propostos nos ODS (IYBSSD, 2022). Dessa forma, a química enquanto ciência básica tem papel importante.

Nesse sentido, surge o Movimento Química Pós 2022 - Sustentabilidade e Soberania. Lançado pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ) em 2021, ele tem como objetivo central promover reflexões sobre como a química pode contribuir na sustentabilidade e soberania do Brasil. Esse movimento atuou em diversas frentes, dentre elas: lançamentos de números especiais de revistas como a Revista Virtual de Química, a realização da Reunião Anual da SBQ sobre esse tema, webnários e a criação do Plano de Ação: química e seus atores para um Brasil sustentável (SBQ, 2022).

Para o desenvolvimento desse Plano, em junho de 2021 foi criado um Grupo de Trabalho (GT) composto por Ana Paula C. Teixeira (docente da UFMG), Fernando Galembeck (docente aposentado da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP e empreendedor), Ingrid F. Silva (ex-aluna da UFMG, pós-doutoranda no *Max Planck Institute of Colloids and Interfaces*, Alemanha), Pedro H. P. Nascimento (professor na área de design para sustentabilidade e consultor da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) na área de inteligência competitiva), Rochel M. Lago (docente da UFMG), e Romeu C. Rocha Filho (docente da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar e ex-presidente da SBQ). Além do GT, também foi criado um Conselho Consultivo, com profissionais experientes das áreas de pesquisa e desenvolvimento, indústria e educação para auxiliar nas tomadas de decisão desta e das etapas seguintes do Plano, conforme Figura 6 (Silva *et al.*, 2022).

Figura 6 - Composição dos Grupo de Trabalho, Conselho Consultivo e grupo de entrevistados

Fonte: Silva *et al.*, 2022

Para iniciar a elaboração do Plano de Ação, o Grupo de Trabalho definiu alguns pontos importantes:

- 1) As ações desenvolvidas dentro do Plano deveriam ter como foco o impacto da química no desenvolvimento sustentável no Brasil;
- 2) O Plano deveria ser construído de forma coletiva, envolvendo profissionais de indústrias, universidades, governo e terceiro setor;
- 3) O resultado deveria ser um documento com propostas de ações concretas e alcançáveis e que impactassem, de fato, a sustentabilidade no Brasil (Silva *et al.*, 2022).

Considerando esses três pontos estabelecidos, o GT entrevistou profissionais de indústrias, universidades, governo e terceiro setor, mostrados na Figura 6, para fazer um diagnóstico amplo das visões deles sobre como a química poderia impactar a sustentabilidade no Brasil. Durante cerca de 60h de conversas e reuniões, surgiram mais de 150 ideias para o Plano e observou-se que alguns pontos apareceram com mais frequência, como a necessidade de: mapear o que já existe em relação a química e sustentabilidade para entender quais as fraquezas do país; definir áreas estratégicas relacionadas a sustentabilidade e química; do Plano de Ação ter um foco em educação básica e superior; do Plano de Ação ter um foco em inovação e indústria e de desenvolver estratégias para levar as pesquisas realizadas dentro das universidades para indústrias (Silva *et al.*, 2022).

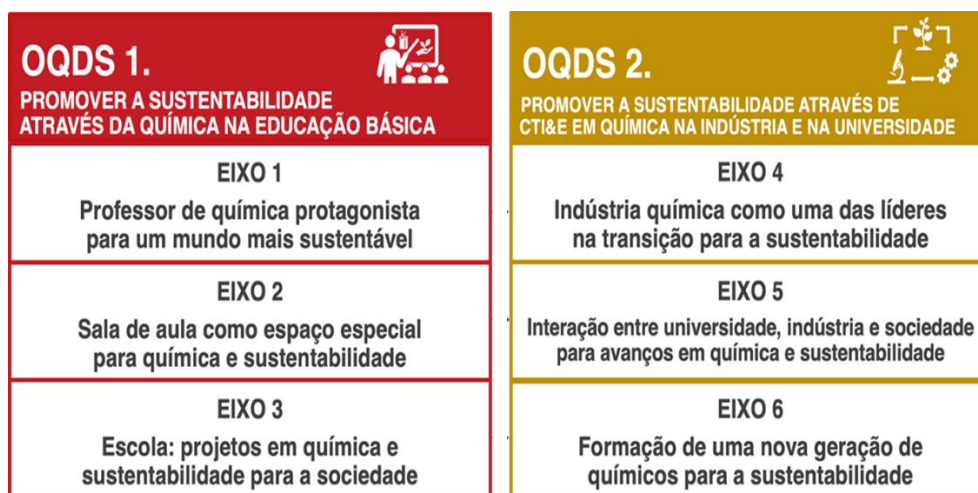
A partir disso, o Grupo de Trabalho estruturou uma primeira proposta de Plano de Ação, que foi validada pelos entrevistados e Conselho Consultivo, chegando a sua versão final formada por dois Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável (OQDS) e três eixos de ação para cada (Figura 7). O OQDS 1 tem como foco promover a sustentabilidade através da química na educação básica e, para isso, foram propostos três eixos de ação:

- **Eixo 1 - Professor de química protagonista para um mundo mais sustentável:** tem como foco desenvolver ações e projetos pensando nos professores de química, permitindo que compartilhem em suas aulas conhecimentos sobre sustentabilidade e química;
- **Eixo 2 - Sala de aula como espaço especial para química e sustentabilidade:** tem como objetivo elaborar e executar cursos, atividades e materiais que possam ser utilizados em sala de aula sobre química e sustentabilidade;
- **Eixo 3 - Escola: projetos em química e sustentabilidade para a sociedade:** focado em tornar as escolas espaços importantes para elaboração de projetos em sustentabilidade, envolvendo alunos e comunidades locais.

Já o OQDS 2 tem como objetivo central promover a sustentabilidade através de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação (CTI&E) em química na indústria e na universidade e possui três eixos de ação:

- **Eixo 4 - Indústria química como uma das líderes na transição para a sustentabilidade:** tem como foco central elaborar ações e projetos relacionados as iniciativas já desenvolvidas pelas indústrias, como: mudanças tecnológicas, workshops, relatórios de sustentabilidade e outros;
- **Eixo 5 - Interação entre universidade, indústria e sociedade para avanços em química e sustentabilidade:** tem como objetivo desenvolver estratégias e formas que permitam que as pesquisas desenvolvidas em universidades e centros de pesquisa se tornem soluções para os desafios atuais da sustentabilidade
- **Eixo 6 - Formação de uma nova geração de químicos para a sustentabilidade:** está focado em elaborar ações e projetos voltados para formação, seja inicial ou continuada, dos químicos para que estejam preparados para trabalhar a sustentabilidade no mercado de trabalho (Silva *et al.*, 2022).

Figura 7 - Estrutura dos Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável (OQDS) e eixos de ação



Fonte: Silva *et al.*, 2022

Uma vez estruturado o Plano de Ação, fez-se necessário selecionar desafios para direcionar as ações e projetos que seriam desenvolvidos dentro de cada eixo de ação. O que foi importante para manter a coesão do programa, garantindo que tudo que fosse executado fizesse sentido não só individualmente, mas em um contexto mais amplo de química e sustentabilidade (Silva *et al.*, 2022). Cabe ressaltar que ao longo do processo, o Plano de Ação: química e seus atores para um Brasil sustentável se tornou o Programa Qui+S: química e seus atores para um Brasil sustentável, com identidade visual, Figura 8, redes sociais (@quimais) e site próprio (www.quimais.com.br).

Figura 8 - Identidade visual do Programa Qui+S

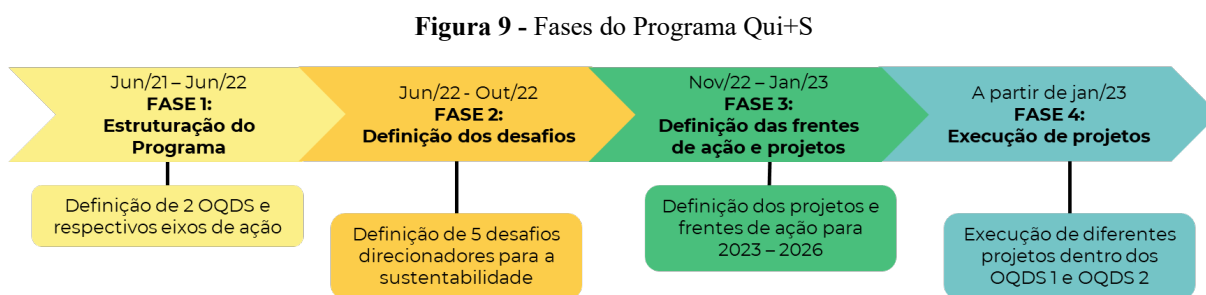


Fonte: elaborada pela equipe Qui+S

Este trabalho apresentará como foi feito o processo de escolha dos desafios direcionadores do Qui+S, bem como quais os desafios escolhidos. Juntamente a isso, o trabalho mostrará como foi a estruturação e execução dos dois primeiros projetos dentro do OQDS 2: a série de webnários Qui+S – Conexões para sustentabilidade e o programa Escale-se Summit, voltado para aceleração e escalonamento de tecnologias.

3. METODOLOGIA

O Programa Qui+S foi desenvolvido em quatro fases, conforme Figura 9. A FASE 1 foi voltada para estruturação do Programa, de acordo com o descrito em 2.2.3. Nela, definiu-se dois Objetivos da Química para o Desenvolvimento Sustentável e respectivos eixos de ação, que serviram como base para a execução das fases seguintes. Já na FASE 2, que ocorreu entre junho e outubro de 2022, realizou-se a definição dos desafios que direcionaram as ações e projetos desenvolvidos nas próximas fases. A partir de novembro de 2022, a FASE 3 do Qui+S foi iniciada. Nesta, foram definidos, com o auxílio de dois Grupos de Inteligência, os projetos e ações a serem executados dentro da FASE 4 do Qui+S a partir de 2023. Cabe ressaltar que este trabalho se concentrou nas FASES 2, 3 e 4, as quais foram desenvolvidas baseadas na metodologia de pesquisa-ação.



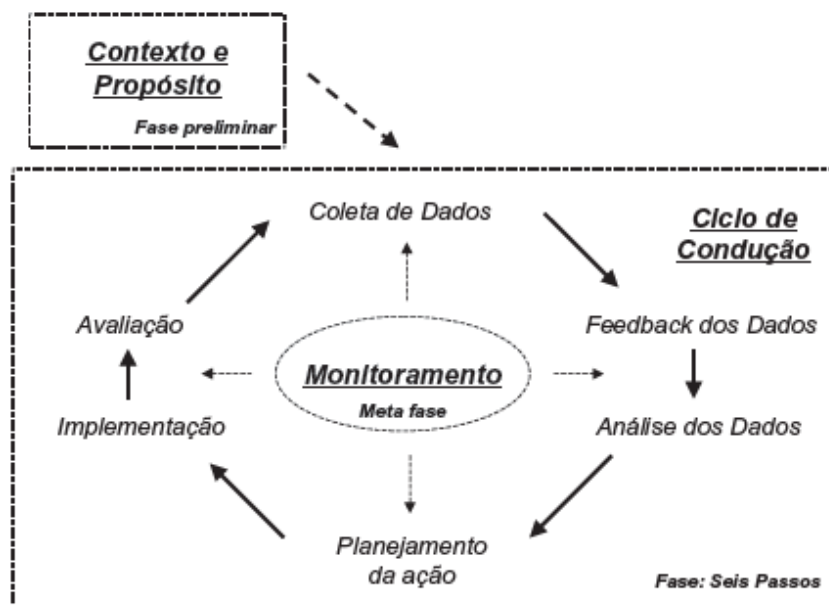
Fonte: elaborada pela própria autora

A pesquisa-ação pode ser definida como um tipo de pesquisa que é estruturada e executada associada a resolução de um problema coletivo ou uma ação em que o(s) pesquisador(es) se envolve(m) de forma participativa. Assim, não se refere apenas a um levantamento de dados ou elaboração de relatórios, na pesquisa-ação o(s) pesquisador(es) desempenham um papel ativo na realidade do(s) fato(s) observado(s) (Thiollent, 2022). Esse tipo de metodologia promove o aprendizado tanto por meio da ação quanto da reflexão, sendo utilizada em diversos contextos, como: ciências sociais, estudos organizacionais, de gestão e administração e, especialmente, na educação (McNiff e Whitehead, 2002).

Cabe ressaltar que a pesquisa-ação pode ser dividida em três etapas principais: estudo preliminar, ciclo de condução e monitoramento (Coughlan e Coughlan, 2002), conforme mostra a Figura 10. Na etapa de estudo preliminar, busca-se compreender o contexto em que a pesquisa será realizada, além do propósito do trabalho, estabelecendo-se justificativas para que a pesquisa seja desenvolvida, bem como quais contribuições espera-se gerar. Já na etapa relativa ao ciclo de condução, são executados seis passos: 1) coleta de dados do que já foi executado na pesquisa; 2) *feedback* dos dados para as partes envolvidas no trabalho; 3) análise desses dados

coletados; 4) planejamento da ação ou intervenção a ser feita; 5) implementação da ação previamente planejada e 6) avaliação dos resultados obtidos com a implementação. Por fim, na etapa de monitoramento, cada um dos seis passos do ciclo de condução são analisados para que seja possível identificar o aprendizado promovido pela pesquisa (Coughlan e Coughlan, 2002; Dresch; Lacerda e Cauchick Miguel, 2015).

Figura 10 - Etapas da pesquisa-ação



Fonte: Dresch, Lacerda e Cauchick Miguel, 2015

Cabe ressaltar que como o programa Qui+S se tratava de um projeto já em andamento quando esse trabalho foi iniciado, executou-se para essa dissertação apenas as segunda e terceira fases, ou seja, o ciclo de condução e o monitoramento. Desta forma, com base na metodologia de pesquisa-ação mostrada anteriormente, esta pesquisa foi realizada em duas fases: definição dos desafios direcionadores do Qui+S e definição e execução dos projetos dentro do Qui+S, descritas a seguir.

3.1. Definição dos desafios direcionadores do Qui+S (FASE 2)

A escolha dos desafios direcionadores em química para impactar a sustentabilidade no Brasil (FASE 2) do Programa Qui+S ocorreu em duas etapas: ETAPA 1 – Mapeamento de temas prioritários em química e sustentabilidade para o Brasil e ETAPA 2 – Definição dos desafios com o Grupo de Inteligência (GI) por meio de entrevistas.

Na ETAPA 1, a partir dos principais temas em sustentabilidade e química apontados durante a Estruturação do Programa, descrito por Silva *et al.*, (2022), o Grupo de Trabalho, após a

validação do Conselho Consultivo, propôs nove opções de temas a serem escolhidos como desafios direcionadores:

- Tema 1: Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, descarbonização e pegada de carbono);
- Tema 2: Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular;
- Tema 3: Bioprodutos, Bioeconomia;
- Tema 4: Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos;
- Tema 5: Tratamento de efluentes e Saneamento básico;
- Tema 6: Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio;
- Tema 7: Uso sustentável de recursos minerais e naturais;
- Tema 8: Poluição da água, ar e solo;
- Tema 9: Agroquímica para produção sustentável de alimentos.

Cabe ressaltar que a escolha desses temas levou em consideração alguns aspectos importantes. O primeiro deles foi a sustentabilidade para o contexto brasileiro, avaliando quais seriam temas estratégicos e que precisariam ser desenvolvidos para que o país pudesse alcançar a sustentabilidade. Além disso, buscou-se trazer temas relacionados aos ODS e que pudessem, de certa forma, contribuir para o alcance deles. Por fim, outro aspecto relevante considerado foi selecionar temas que a química e seus atores pudessem, de fato, atuar e fazer contribuições significativas.

Utilizando esses nove temas, o Grupo de Trabalho, descrito na Figura 11, realizou um mapeamento preliminar para identificar quais deles seriam os mais relevantes considerando a sustentabilidade no Brasil. Para isso, dos dias 18/07/2022 a 25/10/2022, um questionário *online* foi desenvolvido e amplamente divulgado (APÊNDICE A), utilizando Google Forms. Esse mesmo questionário foi utilizado como roteiro para a realização de algumas entrevistas. Vale lembrar que qualquer pessoa poderia responder os questionários, variando desde estudantes do ensino médio até pesquisadores e profissionais de diferentes setores.

O formulário foi organizado em três partes. Na primeira parte, o respondente fornecia algumas informações pessoais, como: profissão e área de formação. Já na segunda parte, o respondente deveria ranquear de maior prioridade (prioridade 1) a menor prioridade (prioridade 9) para cada um dos nove temas citados anteriormente. E, por fim, na terceira parte os participantes eram convidados a ranquear de maior prioridade (prioridade 1) a menor prioridade (prioridade 9)

para cada um dos temas, considerando oito critérios relevantes relacionados a questões sociais, ambientais, econômicas e educacionais mostrados na Figura 12.

Figura 11 - Composição do Grupo de Trabalho, Conselho Consultivo e Grupo de Inteligência para a escolha dos desafios direcionadores



Fonte: elaborada pela própria autora

Figura 12 - Critérios usados para priorização dos nove temas em sustentabilidade



Fonte: elaborada pela própria autora

Realizado o mapeamento preliminar, executou-se a ETAPA 2 – Definição e validação dos desafios. Para isso, foi criado um Grupo de Inteligência composto por onze profissionais com vasta experiência das áreas de: educação básica, universidades, indústrias, governo e terceiro setor:

- **Ciro Mattos Marino** – ex-Presidente Executivo da Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), Consultor Sênior na área de Negócios com mais de trinta anos de experiência no setor químico, tendo ocupado cargos de liderança em várias empresas do setor;
- **Emanuel Manfred Freire Brandt** – Diretor Técnico da Brandt Meio ambiente, já atuou como professor na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Pontifícia Universidade Católica (PUC) Minas e professor substituto na UFMG;
- **Layla Karoline Tito Alves** - Professora efetiva da Rede Estadual de Ensino do Estado de Goiás, licenciada em química e mestra em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG);
- **Lucas Ferreira Folgado** - Consultor de Inovação e Negócios da Floresta e de Carbono do Fundo Vale, já atuou como Coordenador de Soluções Sustentáveis no IFood, fez parte da rede Global Shapers, com experiência nas áreas de Empreendedorismo e Inovação;
- **Marcelo Gomes Speziali** - Professor Adjunto do Departamento de Química da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) em licença para atuar como Diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Foi pesquisador visitante no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e recebeu vários prêmios nas áreas de Modelo de Negócios e Negócios Inovadores e Empreendedorismo;
- **Marlon Herbert Flora Barbosa Soares** – docente no Instituto de Química da UFG, Coordenador do Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL), Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências (NUPEC) da UFG com ampla experiência na área de Ensino de Química;
- **Michelle Jakeline Cunha Rezende** – Professora Associada no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é docente permanente na pós-graduação em Química da UFRJ e no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), além de ser Coordenadora do Laboratório de Estudos para o Meio Ambiente e Energia (LEMAE-IQ/UFRJ);

- Rafael Barreto Almada – Presidente do Conselho Regional de Química do Rio de Janeiro (CRQ – RJ), foi conselheiro do CRQ-RJ entre 2009 e 2017 e conselheiro do Conselho Superior no Ministério da Educação (MEC). Atuou como Vice Coordenador do Curso técnico em Química, Conselheiro representante docente no Conselho Superior, Coordenador Geral de Programas e projetos, Pró-Reitor de Extensão e Reitor e atualmente é Professor no Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ);
- Thaynara Furtado Constantinov Leal – atua na Gestão de projetos para organizações públicas e privadas de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Desde 2015, presta assessoria como Analista em ações estratégicas globais e regionais para o desenvolvimento sustentável e na criação de projetos coletivos/colaborativos em Organizações sem Fins Lucrativos (ONGs);
- Tereza Cristina Souza de Oliveira - docente no Departamento de Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), coordena o Laboratório de Análise de Água e Qualidade Ambiental (LAQUA) da UFAM e trabalha com temas relacionados a recursos hídricos;
- Zuy Maria Magriotis – ex-Diretora de Meio Ambiente e docente do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), possui experiência nas áreas de catálise, biocombustíveis, tratamento e aproveitamento de resíduos agroindustriais e adsorção de contaminantes em água. Foi uma das Coordenadoras da aplicação do *Greenmetrics* para avaliar a sustentabilidade de universidades brasileiras.

Além desses, mais sete profissionais com vasta experiência em suas áreas, relevantes para o Qui+S, foram convidados para compor o Conselho Consultivo (Figura 11).

Assim, com o Grupo de Inteligência formado, foram realizadas duas rodadas de reuniões com esse e o Conselho Consultivo. Durante a primeira rodada, os nove temas inicialmente propostos e os resultados obtidos no mapeamento preliminar foram discutidos com os profissionais, os quais fizeram considerações, sugestões e indicaram quais seriam os temas mais relevantes no contexto da sustentabilidade no Brasil. Essas ponderações foram organizadas e analisadas pelo Grupo de Trabalho e deram origem aos desafios que irão direcionar as próximas etapas do Programa. Já na segunda rodada de reuniões esses desafios foram validados com o Grupo de Inteligência e o Conselho Consultivo, chegando-se então à versão final. Cabe ressaltar que, esta, assim como todas as outras etapas do processo de estruturação do Programa, foram conduzidas pelo Grupo de Trabalho (GT) do Qui+S. Assim, como integrante do GT nesta etapa do trabalho,

a mestranda atuou diretamente na organização das reuniões, construção e divulgação do formulário, bem como no tratamento dos dados obtidos.

3.2. Definição e execução dos projetos dentro do Qui+S (FASES 3 e 4)

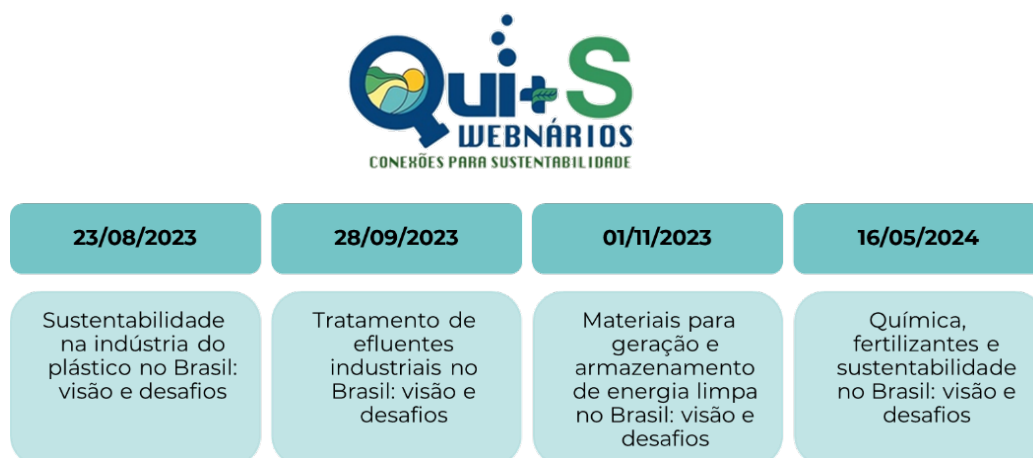
Para a escolha dos projetos que seriam executados dentro do Programa Qui+S, o Grupo de Trabalho teve o auxílio de dois especialistas da área de educação para selecionar os projetos do OQDS 1, e da SBQ e do Escalab, um centro de escalonamento de tecnologias e modelagem de negócios do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) Midas-UFMG, para selecionar os projetos para o OQDS 2. No caso do OQDS 2, foco deste trabalho, dois projetos foram escolhidos para serem executados: a série de webnários Qui+S – Conexões para sustentabilidade e o programa Escala-se Summit.

3.2.1. Série de webnários Qui+S: Conexões para sustentabilidade

A série de webnários Qui+S: Conexões para sustentabilidade teve como objetivo promover conexões entre indústrias e universidades para auxiliar no alcance da sustentabilidade. Para isso, a cada evento da série um(a) profissional da indústria e um(a) pesquisador(a) especialistas no tema do webnário eram convidados para debaterem e apontarem os principais avanços e desafios do tema, o qual era sempre relacionado a um dos desafios direcionadores escolhidos na FASE 2 do Qui+S, conforme mostra a Figura 13, estando associado a química e sustentabilidade.

Todos os webnários foram divulgados no *Instagram* do Qui+S e SBQ, no boletim da SBQ e via lista de *emails* dos contatos do Qui+S, sendo transmitidos via *YouTube* e gravados no canal da SBQ. Cabe ressaltar que ao final de cada webnário, o público foi convidado a responder um formulário de *feedback* com algumas perguntas sobre pontos positivos e negativos do evento. Vale lembrar que no caso desse projeto, a mestranda atuou no processo de criação da série de webnários, auxiliando na construção da ideia por trás da série e na estruturação dos roteiros. Além disso, também fez executou a gestão dos eventos, convidando os profissionais, organizando o que era necessário e analisando os *feedbacks* e emitindo certificados após o evento.

Figura 13 – Cronograma da série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade



Fonte: elaborada pela própria autora

3.2.2. Programa Escal-se Summit

Já o programa Escal-se Summit foi uma colaboração do Escalab com o Qui+S, além dos parceiros: Conselho Federal de Química (CFQ), FAPEMIG e empresas parceiras, e teve como objetivo mapear tecnologias maduras em universidades dentro dos temas dos desafios direcionadores do programa Qui+S, bem como dois desafios industriais: produção renovável de biopropano e biobutano e materiais avançados com foco em grafeno, nióbio e terras raras em aplicações sustentáveis, propostos pelas empresas parceiras. Para tal, ele foi dividido em quatro etapas (Figura 14):

- **Etapa 1 - inscrições (de janeiro a março de 2023):** nesta etapa, o programa recebeu inscrições de tecnologias de todo o país. A seleção delas foi feita em duas fases: análise do formulário de inscrição e entrevista. Na primeira fase, os formulários de inscrição foram analisados de acordo com quatro critérios:
 - 1) Tecnologia e Processo: avaliação do grau de inovação, maturidade da tecnologia e outros;
 - 2) Potencial de Mercado: entender se a equipe conhecia a dor de mercado, como a tecnologia resolve o problema do cliente, quais os possíveis clientes e outros;
 - 3) Equipe: avaliação a dedicação e disponibilidade da equipe por trás da tecnologia, bem como experiências prévias que poderiam auxiliar durante o desenvolvimento

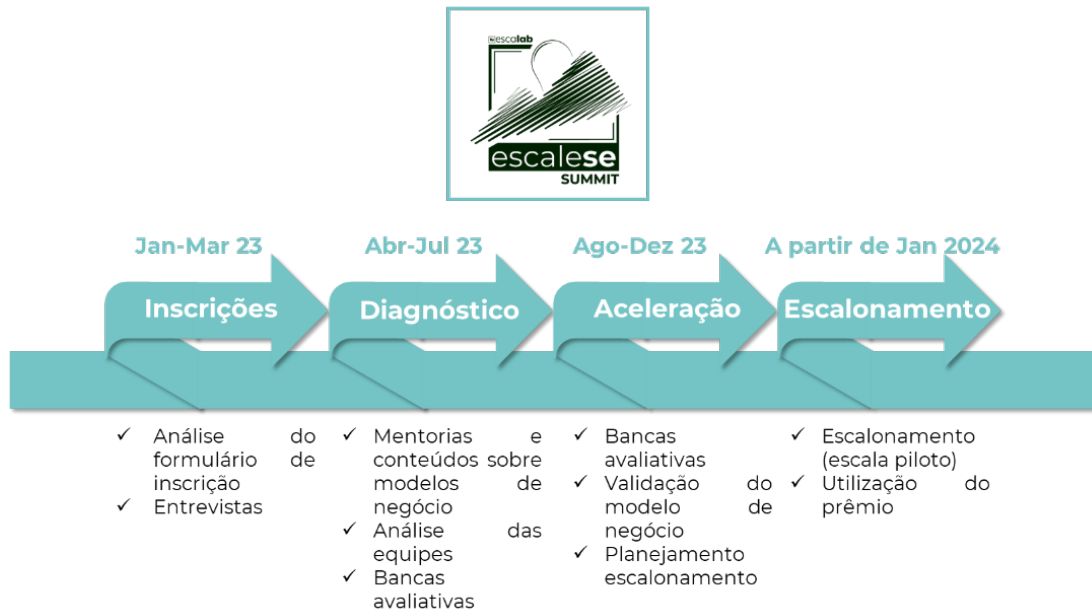
do Summit, como: formação dos membros, prática com empreendedorismo e outros;

- 4) Sustentabilidade: análise da relação com os desafios direcionadores Qui+S, assim como qual(is) impacto(s) a tecnologia gera no meio ambiente.

As 15 tecnologias com melhor desempenho na primeira etapa, foram convidadas para a etapa de entrevistas, em que cada equipe teve 15 minutos para se apresentar e trazer mais detalhes sobre a tecnologia.

- **Etapa 2 - diagnóstico (de abril a julho de 2023)**: entre as tecnologias inscritas, dez foram selecionadas para passarem por um processo de diagnóstico, com o objetivo de nivelar e mapear possíveis pontos a serem melhorados dentro de cada equipe. Para isso, as equipes receberam mentorias personalizadas com a equipe do Escalab, além de conteúdos extras sobre temas relevantes na área de negócios. Nessa etapa, as equipes também passaram por bancas avaliativas de *pitch* com membros externos ao time de execução do Summit, como empreendedores, agentes de inovação e outros, para definir quem passaria para a próxima etapa do Programa.
- **Etapa 3 - aceleração (de agosto a dezembro de 2023)**: realizada a etapa de diagnóstico, quatro tecnologias foram selecionadas para a etapa de aceleração. Nesta etapa, além de participar de bancas avaliativas, semelhante as da fase de diagnóstico, as equipes focaram em validar seus modelos de negócio, buscando parcerias e potenciais clientes. Além disso, elas planejaram o escalonamento da tecnologia e fizeram análises financeiras mais detalhadas, buscando entender a viabilidade do negócio.
- **Etapa 4 - escalonamento (a partir de janeiro de 2024)**: como etapa final, duas equipes foram escolhidas para receber um aporte de até R\$ 100.000,00 para realizar o escalonamento de suas tecnologias.

Figura 14 - Etapas do Programa Escale-se Summit



Fonte: elaborada pela própria autora

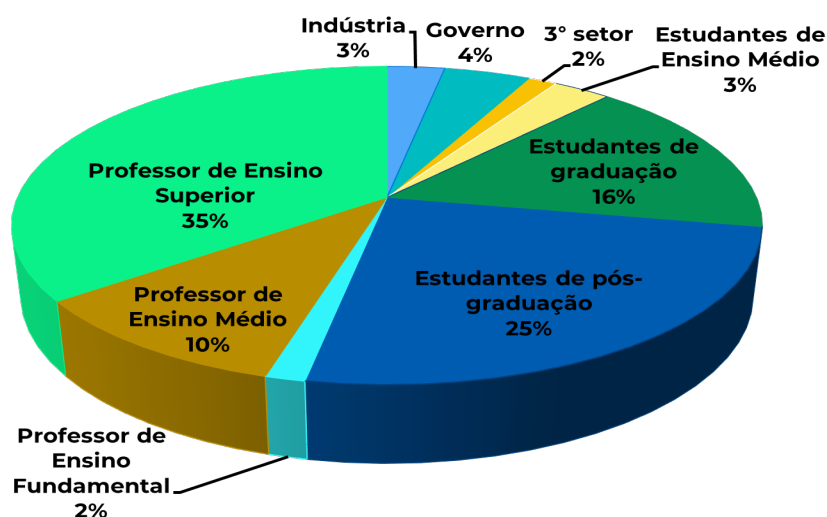
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi realizada a definição dos desafios direcionadores para o Programa Qui+S para, em seguida, selecionar e executar os projetos iniciais do OQDS 2 - promover sustentabilidade através de P&D em química nas universidades e indústrias.

4.1. Desafios direcionadores do Qui+S (FASE 2)

Para definir os desafios direcionadores, inicialmente, realizou-se um mapeamento preliminar para identificar quais temas dentre os nove propostos, citados anteriormente, seriam os mais relevantes considerando a sustentabilidade no Brasil. Considerando entrevistas e respostas ao questionário online, foram obtidas 70 respostas de profissionais de governo, indústrias, academias e outras organizações, conforme mostra a Figura 15, de 11 estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Cabe ressaltar que grande parte das respostas obtidas veio de profissionais da academia, tanto porque este projeto está inserido dentro de uma universidade, sendo esperado que o questionário chegasse principalmente a esse público, quanto porque observou-se certa dificuldade em fazer profissionais de outros setores participarem da pesquisa. Desta forma, para próximos trabalhos seria interessante buscar alcançar porcentagens similares de respostas de profissionais da academia, da indústria e governo.

Figura 15 - Perfil dos respondentes das entrevistas e questionário de acordo com a área de atuação

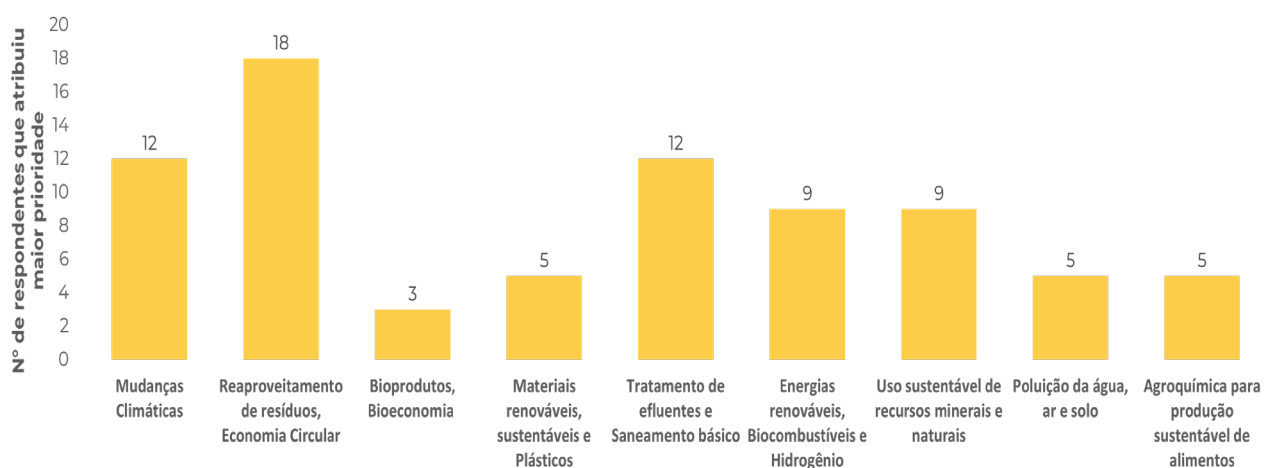


Fonte: elaborada pela própria autora

De acordo com o ranqueamento feito considerando tanto a priorização geral quanto a priorização por critérios dos temas propostos, foi possível perceber que cinco temas foram classificados como mais relevantes, isto é, receberam prioridade 1, por um maior número de

respondentes. O tema apontado como de maior prioridade foi o **Tema 2: Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular**, classificado como o mais relevante por 18 respondentes, seguido pelos **Tema 1: Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)** e **Tema 5: Tratamento de efluentes e Saneamento básico**, classificados como mais relevantes por 12 pessoas cada um. Em terceiro lugar, os **Tema 6: Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio** e o **Tema 7: Uso sustentável de recursos minerais e naturais**, com 9 votos cada um. O resultado para cada um dos nove temas propostos é apresentado Figura 16. Nela, o número de respondentes que classificou determinado tema como de maior prioridade (prioridade 1) aparece acima das respectivas barras. Vale lembrar que o questionário utilizado permitia que um mesmo respondente classificasse mais de um tema como de maior prioridade, ou seja, que o respondente atribuisse prioridade 1 a mais de um tema.

Figura 16 - N° de respondentes que classificou com maior prioridade por tema



Fonte: elaborada pela própria autora

Utilizando-se esses resultados obtidos no mapeamento preliminar como ponto inicial, realizou-se cerca de 15h de reuniões e discussões online com o Grupo de Inteligência e Conselho Consultivo. Durante as reuniões, os membros confirmaram e validaram que os temas propostos englobam os tópicos mais relevantes ao se pensar em química e sustentabilidade no contexto brasileiro, além de se tratar de temas de grande interesse dentro de indústrias, universidades, governo e terceiro setor. O Grupo de Inteligência e Conselho Consultivo ressaltou também que todos os nove temas propostos eram de grande importância e impacto, tornando difícil que se escolhesse apenas um como direcionador das próximas etapas do Programa Qui+S. Juntamente a isso, alguns conselheiros e profissionais do GI apontaram que restringir o programa em apenas um tema poderia fazer com que alguns atores importantes para a execução do Qui+S perdessem

o interesse e motivação em participar. Nesse sentido, foi sugerido estruturar desafios mais abrangentes agrupando alguns dos temas propostos, já que alguns deles estariam bastante relacionados.

Além destas, algumas outras ponderações mais específicas foram feitas durante as reuniões, que foram organizadas e analisadas pelo Grupo de Trabalho. Depois dessa análise, algumas foram incorporadas aos temas inicialmente propostos, dando origem a versão final dos cinco desafios direcionadores que serviram para orientar as próximas etapas do Programa, apresentados na Figura 17. Para cada um dos desafios foram propostas três linhas de ação, com base em tudo que foi discutido ao longo da estruturação do Programa Qui+S. Cabe ressaltar que a versão final dos desafios foi validada com todos os profissionais que fizeram parte do Grupo de Inteligência e Conselho Consultivo.

Figura 17 - Desafios direcionadores do Programa Qui+S e linhas de ação



Fonte: elaborada pela equipe Qui+S

Assim, os desafios escolhidos foram:

✓ **Desafio 1: Química para o combate à mudança climática**

O termo mudança climática pode ser utilizado para se referir a alterações nos padrões de temperatura e clima do planeta no longo prazo (Alley *et al.*, 2003). Essas mudanças podem acontecer de forma natural em decorrência de variações no ciclo solar, por exemplo (Moss *et al.*, 2010). No entanto, o que se observa atualmente é a intensificação dessas alterações por causa de algumas atividades humanas que emitem Gases de Efeito Estufa, como o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis (IPCC, 2023). Por causa disso, é cada vez mais comum observar chuvas acima do esperado, episódios de inundações, seca, ondas de calor e outros (ONU, 2023a), que provocam não só prejuízos econômicos como afetam a vida de populações inteiras.

Observa-se então a necessidade de buscar alternativas para mitigar esses impactos. Nesse sentido, a temática mudança climática está sendo bastante discutida atualmente. Dentro dos ODS, por exemplo, existe um Objetivo, o ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima, dedicado a estimular o desenvolvimento de medidas para combater a mudança climática e seus impactos. Cabe ressaltar que esse é um tema que vem ganhando importância também dentro das indústrias. De acordo com Abiquim e FDC (2018), mudanças climáticas está entre um dos temas mais relevantes e emergentes para indústrias químicas tanto no cenário nacional quanto internacional, sendo que mais de 30% das 18.600 organizações avaliadas por um estudo da CDP *Latin American* (2023) apontaram ter a intenção de desenvolver um plano de transição climática¹⁴ até 2025.

Apesar disso, atualmente, pouco ainda é efetivamente feito. Apenas 0,4% destas organizações apresentam planos de transição climática robustos (CDP *Latin American*, 2023) e que tragam impactos significativos. Juntamente a isso, alguns parâmetros importantes preocupam: a temperatura média anual global segue aumentando, as emissões de GEEs ainda precisam ser reduzidas quase pela metade e o financiamento climático¹⁵ por parte dos países desenvolvidos, apesar de ter aumentado na última década, ainda não atingiu o patamar suficiente para limitar o aquecimento do planeta e tem sido realizado de maneira desigual entre regiões (ONU, 2023a).

¹⁴ Um plano de transição climática representa um plano de ação com prazo determinado, em que a organização descreve, de forma clara, como orientará toda sua estrutura para estar de acordo com as recomendações mais recentes para redução nas emissões de GEEs pela metade até 2030 e atingir o net-zero até 2050, limitando o aquecimento global a 1,5°C (CDP *Latin American*, 2023).

¹⁵ O termo financiamento climático é utilizado para se referir à estrutura de fundos e mecanismos de financiamento utilizados para apoiar países no combate às mudanças climáticas e seus efeitos, bem como na transição climática (Pinto *et al.*, 2023).

Para esse desafio foram propostas três linhas de ação a serem exploradas:

- **Captura e uso de CO₂**: emitido em situações como a queima de combustíveis fósseis, o dióxido de carbono (CO₂) é um dos principais GEEs (IPCC, 2023) e, por isso, é relevante considerar a captura e uso dele ao se pensar em mitigação de mudanças climáticas (Singh *et al.*, 2020). Na literatura, é possível encontrar diversas alternativas pra a captura e armazenamento de CO₂, sendo necessário também desenvolver maneiras de transformar esse gás em produtos duráveis e de maior valor agregado (Simões *et al.*, 2022).
- **H₂ Verde**: H₂ verde ou hidrogênio renovável são termos utilizados para se referir ao hidrogênio produzido por meio da eletrólise da água utilizando eletricidade vinda de fontes renováveis ou de biomassa ou biogás. Ele é outra possibilidade para conter a mudança climática e suas consequências, já que pode ser utilizado para substituir combustíveis fósseis (Abbasi e Abbasi, 2011). Porém, ainda existem alguns desafios a serem enfrentados para que o H₂ verde possa ser amplamente utilizado, como a questão do armazenamento e transporte dele, em que são necessários alguns cuidados específicos. Cabe ressaltar que esse tipo de hidrogênio é apontado como uma tendência importante para que a produção industrial se torne mais sustentável (De Castro *et al.*, 2023), porém, atualmente, a sua utilização ainda é limitada, já que cerca de 98% do hidrogênio usado como combustível é proveniente de fontes não renováveis (*International Energy Agency - IEA*, 2019).
- **Biocombustíveis**: biocombustível pode ser definido como todo combustível que é produzido a partir de matéria-prima renovável, especialmente de origem vegetal (Mota e Monteiro, 2013). Eles são alternativas interessantes para substituir parcial ou totalmente os combustíveis derivados de petróleo e gás natural, já que podem emitir menos poluentes, ou compensar os poluentes emitidos (Demirbas, 2008). Vale lembrar que o Brasil tem um papel relevante na produção desses combustíveis no cenário mundial, já que em 2023 foi o segundo maior produtor mundial de etanol, sendo responsável por 28% do volume global (*Renewable Fuels Association - RFA*, 2023).

✓ **Desafio 2: Química para a transformação de resíduos**

Estima-se que todo ano são produzidos cerca de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos¹⁶ no mundo (Kaza *et al.*, 2018). Assim, esse é um tema de grande relevância, especialmente porque a má gestão de todos esses resíduos pode trazer consequências sérias,

¹⁶ Nesse caso, foram considerados resíduos residenciais e comerciais. Outros resíduos como: industriais, de construção ou hospitalares não foram incluídos (Kaza *et al.*, 2018).

como: inundações, propagação de doenças, poluição de oceanos e outros, afetando pessoas do mundo todo (PNUMA, 2021). Uma possibilidade para esses resíduos gerados é tratá-los de forma que possam ser reintroduzidos na cadeia produtiva, adotando, por exemplo, os princípios da economia circular. Alguns tipos de resíduo, possuem processos de reciclagem já bastante conhecidos, outros, por terem uma composição mais específica, precisam de processos diferentes para seu tratamento.

De acordo com Abiquim e FDC (2018), a gestão de resíduos também é um dos temas mais relevantes e emergentes dentro das indústrias químicas nos cenários nacional e internacional. Juntamente a isso, esse é um tema que impacta a sustentabilidade em diversos aspectos, podendo afetar indiretamente diversos dos ODS propostos, como o ODS 3 - Saúde e bem-estar, focado em garantir saúde de qualidade e bem-estar para todos, e o ODS 14 – Vida na água, voltado para conservação e uso sustentável de oceanos, mares e recursos marinhos. Isso porque o gerenciamento inadequado dos resíduos compromete a qualidade de vida e saúde da população de determinada região. Além disso, esses resíduos acabam sendo descartados em locais indevidos, como nos oceanos. Nesse sentido, é importante avançar tanto no sentido de fazer o descarte de resíduos de forma correta, o que no caso do Brasil é extremamente relevante, já que 39% deles são descartados de forma inadequada (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA, 2024), quanto no sentido de reduzir a geração, repensando hábitos de consumo ou ampliando a utilização de processos de transformação.

Desta forma, foram propostos como linhas de ação para esse desafio:

- **Transformação de resíduos plásticos:** os plásticos são um tipo de polímero que pode ser utilizado em diversas aplicações por causa da sua grande variedade de propriedades (Callister Jr., 2008). As principais matérias-primas utilizadas atualmente são o petróleo e o gás natural, mas eles também podem ser obtidos a partir de recursos como a madeira e o carvão (Michaeli *et al.*, 1995). Cabe ressaltar que esse tipo de resíduo merece atenção já que é gerado em grande quantidade. Apenas em 2019 foram gerados 353 milhões de toneladas de resíduos plásticos no mundo, o que pode levar milhares de anos para se decompor no ambiente (OCDE, 2022).
- **Transformação de resíduos minerais:** os resíduos minerais podem ser resultado de diferentes atividades humanas, vindo tanto de situações como o descarte de equipamentos eletrônicos quanto de processos de mineração (Randive, Pingle e Agnihotri, 2021). Assim, é necessário desenvolver processos de enriquecimento e/ou

novas aplicações dos resíduos, realizando, por exemplo, mineração urbana e extração de metais do lixo eletrônico, bem como modificar os processos de mineração para reduzir o volume de rejeitos produzido, visto que apenas em 2020 foram geradas aproximadamente 1,6 milhão de toneladas nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR+, 2021).

- **Transformação de resíduos de biomassa:** de acordo com Marafon *et al.* (2016), a biomassa pode ser definida como todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal), a qual pode ser usada para produzir energia. Ela é utilizada na produção de vários produtos, como os biocombustíveis, e pode ter origem em diferentes materiais, como: resíduos agroflorestais, alimentícios, madeira e outros (Christoforou e Fokaides, 2019; Marafon *et al.*, 2016). Por causa disso, seus resíduos têm grande diversidade de composição, tornando sua utilização desafiadora (Christoforou e Fokaides, 2019).

✓ **Desafio 3: Química para o uso sustentável da água**

A água é um recurso essencial para o bem-estar, saúde e produtividade da sociedade (UNDESA, 2015). A demanda por esse recurso está diretamente relacionada a questões como: urbanização, crescimento populacional e aumento do consumo por indústrias, agricultura e no setor energético (ONU, 2023b). Cabe ressaltar que a água é um recurso renovável apenas quando bem administrado, o que não tem sido observado atualmente, já que são cada vez mais recorrentes situações de poluição e desperdício, por exemplo (UNDESA, 2023b). Juntamente a isso, as mudanças climáticas têm causado problemas de escassez em algumas regiões do mundo (ONU, 2023b).

Assim, considerando esse grande problema, novas soluções precisam ser desenvolvidas. Vale lembrar que a água também é um assunto que vem sendo bastante discutido dentro do contexto da sustentabilidade. No caso dos ODS, por exemplo, ela está relacionada e gera impactos em diversos ODS, como o ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável, possuindo um Objetivo, o ODS 6 – Água potável e Saneamento, especificamente voltado para garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento. Juntamente a isso, esse tema está entre aqueles que vem ganhando importância para indústrias químicas no Brasil e no mundo (Abiquim e FDC, 2018). Nesse sentido, é possível observar que a eficiência no uso da água vem melhorando, no entanto, ainda existe uma parcela considerável da população que não tem acesso à água. Em

2022, por exemplo, 2,2 bilhões de pessoas não tinham acesso a água potável segura e 1,5 bilhões não tinham acesso a serviços de saneamento básico (ONU, 2023a).

Dessa forma, para contribuir para utilização sustentável da água, foram propostas as seguintes linhas de ação para esse desafio:

- **Tratamento de Efluentes Industriais e Domésticos:** estima-se que 2 milhões de toneladas de efluentes domésticos, industriais e agrícolas são despejados em cursos d'água no mundo por dia. Nos países em desenvolvimento, a situação é especialmente alarmante, já que 80% dos efluentes produzidos são descartados sem tratamento adequado (*United Nations - Water Decade Programme on Advocacy and Communication - UNW-DPAC*, 2015). Cabe ressaltar que é crucial realizar o tratamento dos efluentes antes de descartá-los porque isso impacta diretamente na saúde das pessoas e ecossistemas aquáticos, bem como afeta o acesso seguro a água (Crini e Lichtfouse, 2019).
- **Reuso de água:** Considerando o cenário de escassez hídrica em algumas regiões do mundo, agravado pelas mudanças climáticas, faz-se necessário desenvolver tecnologias que possibilitem, por exemplo, o processo de reuso da água. A água de reuso pode ser definida como aquela proveniente da reutilização de águas vindas de efluentes tratados e que pode ser utilizada em atividades como irrigação e limpeza urbana, que não necessitam de água potável, permitindo que a água potável seja utilizada apenas onde for essencial (Moura *et al.*, 2020). Cabe ressaltar que a utilização da água de reuso deve ser feita de forma cuidadosa e considerando os parâmetros de qualidade daquela água, já que a presença de agentes tóxicos e outros podem ser um risco ao meio ambiente e a saúde humana (Shevah, 2014).
- **Monitoramento da qualidade da água:** Junto com o desenvolvimento de tecnologias para tratamento e reuso da água, é fundamental assegurar a qualidade da água que será utilizada. Nesse sentido, é importante que o monitoramento considere, por exemplo, possíveis contaminações nos corpos d'água por poluentes e microrganismos, como produtos farmacêuticos, herbicidas, contaminantes emergentes e outros, e que se avance em aspectos regulatórios para assegurar os parâmetros necessários para que se possa garantir a segurança da água utilizada (Schnoor, 2014).

✓ **Desafio 4: Química para o desenvolvimento de materiais para a sustentabilidade**

O desenvolvimento de materiais que tragam impactos positivos para o meio ambiente e sociedade permite que os materiais que trazem efeitos negativos possam ser substituídos, o que é extremamente importante para que se alcance a sustentabilidade e para que alguns dos grandes desafios atuais sejam enfrentados. Nesse sentido, é relevante, por exemplo, ao projetar um produto considerar em todas as suas fases, o conceito de ciclo de vida, ou seja, que tudo que é necessário para produzir, distribuir, usar e descartar aquele produto fazem parte de um conjunto, permitindo alinhar o ciclo de vida aos princípios da sustentabilidade, diminuindo os impactos ambientais daquele material (Manzini e Vezzoli, 2016).

Cabe ressaltar que esse é um tema central para a sustentabilidade, já que a utilização em larga escala de materiais que trazem impactos negativos, como, por exemplo, aqueles derivados de petróleo, acaba gerando resíduos que permanecem no meio ambiente durante muito tempo, afetando a qualidade de vida das pessoas, poluindo a natureza e impedindo, assim, que se alcance a sustentabilidade. Dentro dos ODS, esse tema aparece tanto de maneira específica, como no ODS 12 - Consumo e produção responsáveis, voltado para garantir padrões de produção e de consumo sustentáveis, quanto impacta indiretamente em outros Objetivos, como o ODS 7 - Energia limpa e acessível, que depende do desenvolvimento de materiais eficientes para ser alcançado. Nesse sentido, é possível observar que novos materiais têm sido pesquisados e desenvolvidos. A exemplo disso, a EMBRAPA (2022) aponta que áreas como a bioeconomia demonstram grande potencial atualmente, especialmente no Brasil, que possui uma grande variedade de espécies vegetais e animais.

Assim, as linhas de ação a serem exploradas dentro desse desafio são:

- **Materiais renováveis/sustentáveis:** materiais sustentáveis podem ser definidos como aqueles derivados de recursos renováveis e que tenham zero ou mínimo impacto no meio ambiente e sociedade durante sua extração e produção. Alguns exemplos relevantes são os metais reciclados e materiais para energia renovável (Bontempi *et al.*, 2021). [Em geral, ao longo do ciclo de vida desses materiais busca-se reduzir, por exemplo, a geração de resíduos, consumo de água e energia e emissões de GEEs (Chen *et al.*, 2012). Um exemplo representativo que necessita de materiais e alternativas mais sustentáveis é a indústria têxtil.
- **Materiais para geração e armazenamento de energia limpa:** a transição energética é um tema bastante relevante na atualidade, visto que cerca de 30% da energia elétrica mundial vem de fontes renováveis (UNDESA, 2024a), e, por isso, tem sido amplamente

discutida. Cabe ressaltar que para que ela ocorra, é fundamental o desenvolvimento de materiais economicamente viáveis e eficientes para a geração e armazenamento de energia limpa. Nesse sentido, algumas possibilidades são: desenvolvimento de baterias e supercapacitores sustentáveis (Kousksou *et al.*, 2014) e compósitos para pás de turbinas utilizadas na energia eólica (Mishnaevsky *et al.*, 2017).

- **Materiais baseados em biorrecursos**: também conhecidos como bioprodutos, esse tipo de material pode ser definido como aquele que é produzido a partir de recursos biológicos, como: biomassa, vegetais, microrganismos e outros e que deve ser extraído e produzido de forma sustentável. Alguns exemplos são: cosméticos, compostos farmacêuticos e óleos essenciais (Coutinho e Bomtempo, 2011). Os bioprodutos podem ser boas alternativas para substituir materiais que geram impactos negativos ao meio ambiente, sendo importante avançar no desenvolvimento e utilização desses para que se alcance a sustentabilidade.

✓ **Desafio 5: Química para a produção sustentável de alimentos**

Práticas e iniciativas sustentáveis para a produção de alimentos são essenciais para auxiliar na transição rumo a um país sustentável, especialmente no caso do Brasil, em que o agronegócio é de grande relevância para a economia, tendo sido responsável por quase 24% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2023 (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA e Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA, 2024). Nesse sentido, é interessante o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a agroquímica que permitam aprimorar as práticas agrícolas em todas as etapas, indo desde o preparo do solo até a colheita e distribuição (Çakmakçi; Salik e Çakmakçi, 2023), tornando-as mais sustentáveis.

Esse é um tema bastante relevante considerando o cenário mundial atual, em que, em 2022, cerca de 30% da população mundial não teve acesso adequado a refeições, e cerca de 9% enfrentou fome crônica (UNDESA, 2024b)¹⁷. Desta forma, ele é contemplado dentro dos ODS, possuindo um ODS, o ODS 2 - Fome zero e agricultura sustentável, voltado exclusivamente para promover a agricultura sustentável, mas também impacta outros ODS de forma indireta. Cabe ressaltar que no caso do Brasil, é possível observar avanços significativos no desenvolvimento de técnicas para ampliar a produtividade do setor, porém ainda existem

¹⁷ É importante lembrar que a solução para o problema da fome é complexa, englobando o aprimoramento de tecnologias, mas envolvendo também assuntos como a distribuição e o desperdício de alimentos, bem como questões econômicas, políticas e sociais.

questões a serem resolvidas, como a grande dependência de defensivos agrícolas importados e a utilização de defensivos proibidos em outros países por causa da alta toxicidade (EMBRAPII, 2022).

Dessa forma, as linhas de ação a serem exploradas dentro desse desafio são:

- **Aproveitamento de recursos naturais na nutrição de plantas e animais:** para que a produção de alimentos possa ocorrer de forma eficiente, um aspecto importante é a nutrição adequada de animais e plantas. Para que isso seja sustentável, ferramentas como fertilizantes sustentáveis e condicionamento sustentável do solo devem ser implementados (Babcock-Jackson *et al.*, 2023). Outras práticas agrícolas também precisam ser mais exploradas, como o uso sustentável dos recursos hídricos, agricultura orgânica e práticas de plantio com baixa emissão de carbono (Wijerathna-Yapa e Pathirana, 2022).
- **Controle de pragas:** outro aspecto importante para que a produção de alimentos ocorra de forma eficiente é o controle de pragas, que usualmente é feito utilizando produtos como os defensivos agrícolas. Contudo, algumas dessas substâncias possuem uma alta toxicidade, impactando negativamente o meio ambiente quanto a saúde humana, especialmente quando utilizados de forma inadequada (Carvalho, 2017). Assim, para que o controle de pragas seja feito de forma mais sustentável é necessário desenvolver e utilizar defensivos químicos menos tóxicos do ponto de vista ambiental, bem como viabilizar outras alternativas que não se baseiem no uso de agrotóxicos (Hillocks, 2012).
- **Pós-colheita:** existem oportunidades para auxiliar no alcance da sustentabilidade do processo de colheita de alimentos até a sua chegada para o consumidor final também. Durante a colheita, por exemplo, algumas máquinas utilizadas necessitam de combustíveis fósseis para funcionarem (Chel e Kaushik, 2011). Já na distribuição dos alimentos, em várias situações, são utilizados produtos químicos para auxiliar na conservação dos alimentos (Linares-Morales *et al.*, 2018), e nos veículos para transporte, em geral, também são utilizados combustíveis fósseis. Desse modo, é possível explorar produtos e práticas mais sustentáveis tanto para colheita quanto para conservação e transporte dos alimentos.

A seleção desses cinco desafios e respectivas linhas de ação foi importante para garantir que todas as ações desenvolvidas dentro do Qui+S não se tornassem projetos isolados, dialogando entre si. Além disso, como a sustentabilidade é um tema bastante amplo e que se relaciona com diversas áreas, definir temas centrais dentro dela é relevante para que seja viável desenvolvê-la

e seja possível focar nos assuntos mais estratégicos para o país. Outro ponto que merece destaque é que grande parte dos desafios escolhidos estão relacionados as tendências em sustentabilidade apontadas por documentos importantes como o *Benchmarking* de Sustentabilidade da Indústria Química publicado pela FDC e Abiquim, como é o caso das mudanças climáticas e da gestão de resíduos. Isso pode, por exemplo, atrair possíveis parcerias de indústrias e outras organizações importantes que se preocupem com os temas escolhidos para os desafios.

Vale lembrar que esses cinco desafios selecionados foram utilizados para direcionar as ações desenvolvidas dentro do Qui+S as quais tem como objetivo impulsionar o Brasil no quesito sustentabilidade por meio da química. Essas ações começaram a ser executadas no início de 2023 por meio de projetos dentro dos OQDS.

4.2. Projetos-piloto do OQDS 2 do programa Qui+S (FASES 3 e 4)

Dentro do OQDS 2, foco deste trabalho, dois projetos foram desenvolvidos e estão em execução atualmente. O primeiro deles foi a série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade, que tem como objetivo promover conexão entre universidades e indústrias para auxiliar no alcance da sustentabilidade. Já o segundo, foi o programa Escale-se Summit, um programa de aceleração e escalonamento de tecnologias desenvolvido em parceria com o Escalab, um centro de escalonamento de tecnologias e modelagem de negócios do INCT MIDAS-UFGM, CFQ, FAPEMIG e empresas parceiras.

4.2.1. Série de webnários Qui+S - Conexões para sustentabilidade

Dentro da série de webnários, quatro eventos foram realizados no canal do *YouTube* da SBQ, de acordo com as artes de divulgação na Figura 18. O primeiro deles foi no dia 23/08/2023 sobre Sustentabilidade da indústria do plástico no Brasil: visão e desafios e contou com a participação como mediadora da Prof.^a Dra. Alessandra Lucas, Professora Adjunta da UFSCar, e de Luis Fernando Cassinelli, do Instituto Mauá de Tecnologia e ex-Braskem, como palestrante. Baseando-se em dados e informações bastante interessantes sobre a produção, utilização e reciclagem de plástico, Luis Cassineli trouxe um breve panorama sobre o assunto, discutindo sobre como tornar a indústria do plástico mais sustentável e mostrando iniciativas que já têm sido realizadas. Além disso, ele e Alessandra tornaram o evento ainda mais interessante, utilizando o seu vasto conhecimento no assunto para responder os questionamentos do público sobre os principais desafios para tornar o setor mais sustentável.

Figura 18 - Artes de divulgação da série de webnários Qui+S



Fonte: elaborada pela equipe Qui+S

Já o segundo ocorreu no dia 28/09/2024 sobre o tema Tratamento de efluentes industriais no Brasil: visão e desafios. Para esse evento, a mediadora foi a Prof.^a Dra. Maria Helena de Araújo, Professora Titular da UFMG, e o palestrante foi Sergio Hilsdorf, Gerente de Processo Água do grupo Veolia. Durante o webnário, o Sergio mostrou a importância de discutir o tratamento de efluentes industriais, exemplificando algumas soluções tecnológicas que têm sido utilizadas por meio de esquemas e dados relevantes. Outro tópico bastante discutido foi o reuso da água. Juntamente a isso, Maria Helena e Sergio também ressaltaram os principais desafios desse setor atualmente, apontando alguns possíveis caminhos.

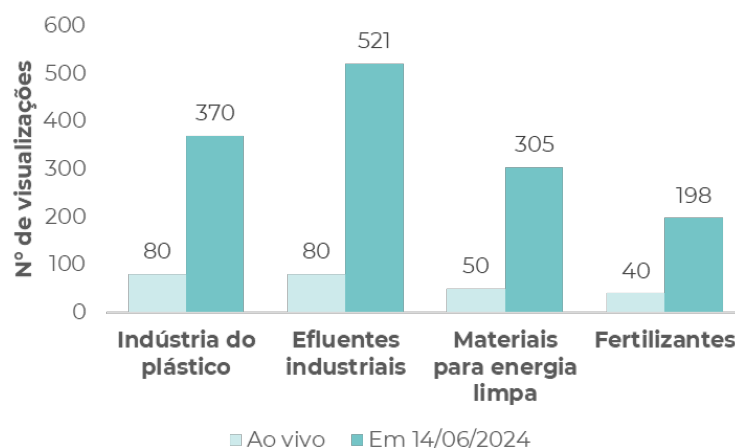
O terceiro webnário foi realizado no dia 01/11/2023 e tratou de Materiais para geração e armazenamento de energia limpa no Brasil: visão e desafios, contando com o Prof. Dr. Fabrício Andrade, Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), como mediador e Me. Paula Perfeito, Engenheira de Vendas da empresa Neuman & Esser. Durante o evento, a Paula discutiu bastante o tema proposto relacionando-o com transição energética e trazendo vários aspectos interessantes sobre a produção de hidrogênio, como dados sobre produção e

impacto ambiental. Além disso, Paula e Fabrício responderam às perguntas do público, apontando perspectivas futuras para o desenvolvimento de energia limpa no país e ressaltando a importância de uma boa conexão entre universidade e indústria para enfrentar os desafios existentes na área.

Por fim, o quarto evento ocorreu no dia 16/05/2024 e discutiu o tema Química, fertilizantes e sustentabilidade no Brasil: visão e desafios. Nesse webnário, a Prof.^a Dra. Juliana Tristão, Professora Associada na Universidade Federal de Viçosa (UFV), foi a mediadora e o Me. Samuel Souza, Coordenador de pesquisa e inovação nacional da empresa Prime Agro, foi o palestrante. Ao longo da 1h de evento, Samuel contou, de forma didática, sobre a relação da química com o agronegócio, apontando a importância dessa ciência básica no aumento da produtividade de culturas agrícolas, bem como para tornar os processos de produção de alimentos mais sustentáveis. Samuel e Juliana também abordaram um pouco sobre os principais desafios e barreiras a serem enfrentados atualmente para que seja possível alcançar práticas mais sustentáveis no agronegócio, respondendo às perguntas que o público presente trouxe.

Cabe ressaltar que para encerrar a série de webnários Qui+S será realizado um último evento relacionado ao Desafio 1: Química para o combate à mudança climática. Intitulado Descarbonização da indústria no Brasil: visão e desafios, o webnário está marcado para o dia 22/08/2024 e terá a presença da Prof.^a Dra. Ana Paula Teixeira, Professora Adjunta da UFMG, como mediadora e do Dr. Luiz Cláudio Costa, do Centro de Inovação e Tecnologia SENAI (CIT SENAI), como palestrante.

Na Figura 19 é possível encontrar o público presente em cada webnário, por meio do nº de visualizações em tempo real (ao vivo) e o nº de visualizações depois de certo período do vídeo gravado disponível no *YouTube*. É possível perceber que os webnários sobre Sustentabilidade na indústria do plástico e tratamento de efluentes industriais foram os com maior público ao vivo e o de efluentes industriais o com maior nº de visualizações após o fim do evento (521). Outro ponto interessante é que, apesar de não se observar um público muito elevado durante as transmissões ao vivo, todos os webnários têm um nº de visualizações próximos ou acima de 200 para as gravações, o que pode indicar que os vídeos produzidos são bons materiais para auxiliar na discussão dos temas dos desafios direcionadores Qui+S.

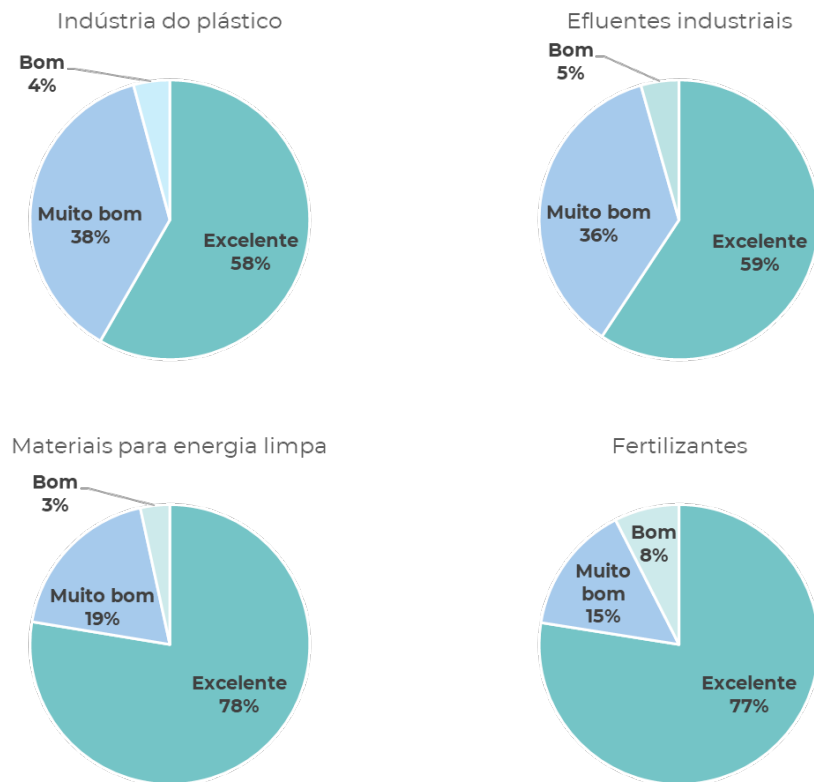
Figura 19 – Gráfico: público ao vivo e nas gravações para cada webnário Qui+S

Fonte: elaborada pela própria autora

Ao final de cada um dos quatro webnários, o público foi convidado a responder um questionário de *feedback*, o que permitiu avaliar alguns outros parâmetros dos eventos. Todos os webnários foram avaliados pelo público como excelente, muito bom ou bom, observando-se um aumento na classificação de excelente de 58% para o primeiro webnário, sobre a Indústria do plástico, para 77% no último webnário, sobre Química, fertilizantes e sustentabilidade, conforme mostra Figura 20. Além disso, 100% dos participantes em todos os webnários afirmaram que recomendariam os eventos para amigos e colegas.

Os participantes também responderam sobre o que mais gostaram dos webnários, destacando-se: os temas abordados, os palestrantes escolhidos e a didática deles para tratar do tema, poder entender um pouco da visão da indústria dentro da temática discutida e conhecer sobre as colaborações entre universidades e indústrias. O público também foi perguntado sobre que aspectos poderiam ser melhorados, sendo os principais: realizar os eventos em outros horários, trazer especialistas de outras áreas para o debate, ampliar a divulgação e ter mais tempo para responder as perguntas do público.

Figura 20 – Gráficos da avaliação do público ao vivo para cada um dos webnários Qui+S



Fonte: elaborada pela própria autora

Assim, é possível afirmar que objetivo da série de webnários de promover interação entre indústrias e universidades para auxiliar no alcance da sustentabilidade foi alcançado. Isso porque não só os palestrantes se conectaram entre si durante os eventos, como o público, em diversos momentos, interagiu por meio das perguntas enviadas, tanto com os profissionais da indústria quanto com os pesquisadores que ali estavam. De acordo com os resultados dos *feedbacks*, pode-se afirmar também que a dinâmica adotada para os eventos se mostrou uma boa escolha, já que grande parte dos retornos dados foram positivos. Outro aspecto que merece destaque são as discussões importantíssimas sobre sustentabilidade que os webnários promoveram, gerando reflexões e questionamentos interessantes em diversos momentos e conscientizando sobre a importância de incluir esse tema dentro de processos e produtos a serem realizados.

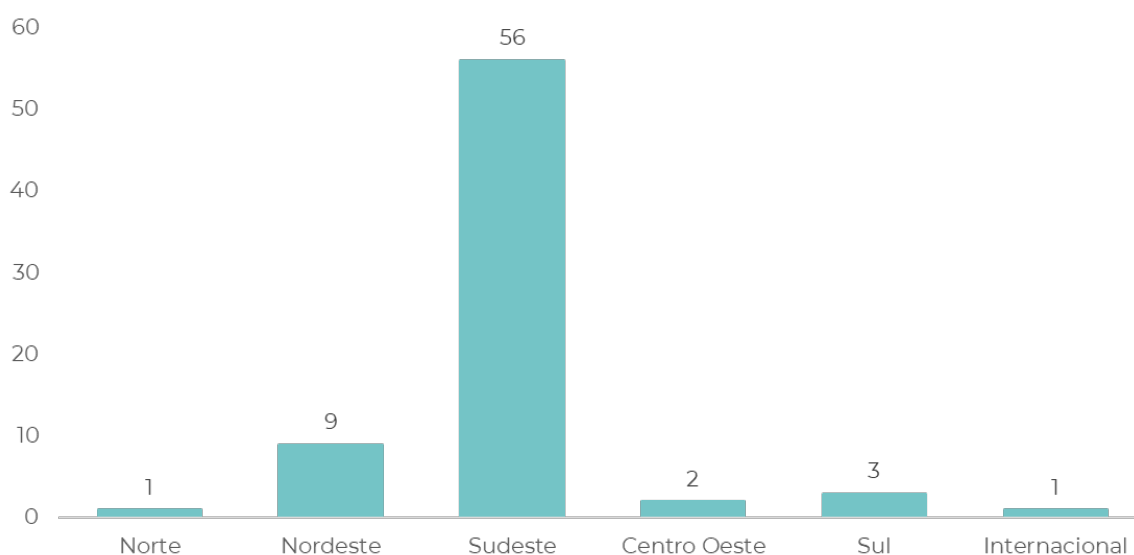
Cabe ressaltar que esses eventos funcionaram como uma ferramenta para aproximar as indústrias das universidades, mas também o público geral dos pesquisadores. Isso ajuda a mudar a ideia de que as universidades e seus profissionais estão isolados e não comunicam o que desenvolvem para o resto da sociedade, e traz possibilidades de futuras colaborações entre

pesquisadores e indústrias que participaram. A série de webnários Qui+S pode também funcionar como uma fonte de informações importante sobre alguns dos tópicos que mais têm sido debatidos atualmente dentro da sustentabilidade, trazendo um conteúdo de fácil acesso, confiável e com uma linguagem simples e clara, o que, em alguns casos, pode ser difícil de ser encontrado.

4.2.2. Programa Escale-se Summit

O Programa Escale-se Summit passou por quatro etapas. A primeira delas foi a etapa de inscrições, em que se realizou ampla divulgação do Programa via redes sociais do Escalab, lista de emails e convites direcionados para especialistas que atuam nas áreas dos desafios do Summit, mapeados via plataformas como o Lattes. Nesta etapa, foram recebidas inscrições de 72 tecnologias das cinco regiões brasileiras, além de uma internacional, conforme mostra a Figura 21. Nela, é possível observar que o Sudeste foi a região com o maior número de inscrições (56), como era de se esperar já que o Escalab, principal executor do programa, está situado em Belo Horizonte (MG) e, por consequência, possui uma rede de contatos mais forte nessa região. Além disso, a região Nordeste também foi responsável por um número significativo de inscrições (9), quase 13% do total.

Figura 21 - Inscrições programa Escale-se Summit por região do Brasil



Fonte: elaborada pela equipe Escalab

Das 72 inscrições recebidas, 10 foram selecionadas para participar da segunda etapa do Summit: o Diagnóstico. Nela, as equipes aprenderam um pouco mais sobre temas como: modelos de negócio, sustentabilidade e construção de *pitch*, por meio de mentorias semanais, conteúdos

extras e bancas avaliativas, que auxiliaram na seleção das tecnologias para avançar no Programa. As 10 tecnologias escolhidas para participar do Summit estão descritas a seguir, na Tabela 4, organizadas de acordo com o desafio direcionador Qui+S a que se relacionam. São elas: Delta Entech, NBOT Labs, Pronto!, LAQUA, Gluon_Bio, BioEdTech, Bioalcool, Baresu, Niohydro e FePREM. Vale ressaltar que as tecnologias selecionadas têm potencial para auxiliar tanto em problemas de escala global, como a questão do hidrogênio verde, quanto em problemas regionais, ajudando na questão da escassez de água de qualidade adequada para consumo para comunidades ribeirinhas na Amazônia, por exemplo.

Tabela 4 - Tecnologias selecionadas para participar do Escala-se Summit

| Desafio relacionado | Nome e objetivo | Descrição da tecnologia |
|------------------------------------|--|---|
| Combate à mudança climática | Delta Entech: desenvolvimento de catalisadores heterogêneos para produção de biodiesel | <u>Descrição:</u> Os catalisadores da Delta Entech são produzidos a partir de resíduos orgânicos. Isso permite que sejam utilizadas diferentes matérias primas, minimizando os impactos ambientais desses resíduos. Juntamente a isso, esses produtos aumentam o rendimento da produção de biocombustível e proporcionam uma economia de água, já que são purificados sem a necessidade de lavagem. <u>Localização:</u> UFRJ / Rio de Janeiro - RJ |
| | NBOT Labs: tecnologia para tratamento de efluentes | <u>Descrição:</u> esta tecnologia consiste em um gerador de nanobolhas (NBs) e solubilizador de gases que podem ser aplicados para tratamento de água e efluentes em diversos processos industriais, o que é feito por meio da instalação de uma base para tratamento dentro da própria indústria. Cabe ressaltar que essa tecnologia já tem patente concedida e CNPJ aberto <u>Localização:</u> São Paulo - SP |
| Transformação de resíduos | PRONTO!: desenvolvimento de materiais para aplicações industriais a partir de resíduos da mineração e construção civil | <u>Descrição:</u> baseando-se nos princípios da economia circular, o objetivo dessa <i>startup</i> , que já possui CNPJ, é transformar resíduos de construção civil, mineração e siderurgia em aglomerados e pozolanas, ou seja, compostos com propriedades cimentícias, para diversas aplicações. Assim, o produto obtido pode ser utilizado para revestimentos, concretos e outras demandas da construção civil, representando uma fonte alternativa de material cimentício <u>Localização:</u> UFMG / Belo Horizonte (MG) |

| | | |
|---|---|--|
| Uso sustentável da água | LAQUA (Laboratório de Análises de Água e Qualidade Ambiental): sistema de tratamento de água com carvão ativado do caroço do açaí | <u>Descrição:</u> essa tecnologia consiste na produção de um sistema de filtração de água de baixo custo, feito com materiais de fácil acesso e estruturado para ser uma alternativa de tratamento de água para comunidades ribeirinhas na Amazônia, as quais vivem em lugares remotos e com pouca ou nenhuma infraestrutura de saneamento básico, sofrendo com escassez de água de qualidade adequada para consumo. Cabe ressaltar que o sistema utiliza o carvão ativado do caroço do açaí, um resíduo produzido pelo grande consumo do vinho desse fruto, o qual é bastante utilizado em toda a região Norte <u>Localização:</u> UFAM/ Manaus - AM |
| Desenvolvimento de materiais para sustentabilidade | Gluon_Bio: produção de micopolímeros para revestimento industrial | <u>Descrição:</u> essa tecnologia consiste em um biomaterial para substituir plásticos termofixos usados pela indústria automotiva em acabamentos externos e internos. Esse biomaterial é produzido a partir de resíduos agrícolas e minerais, junto com o uso da inteligência de fungos, o que acaba auxiliando não só na substituição de componentes petroquímicos por um material biodegradável, como também auxilia na gestão de resíduos de dois setores bastante expressivos: agricultura e mineração <u>Localização:</u> UFMG / Belo Horizonte (MG) |
| Produção sustentável de alimentos | BioEdTech: plataforma para a produção em escala de análogos <i>plant-based</i> de carne bovina por meio de impressão 3D | <u>Descrição:</u> A BioEdTech tem como objetivo desenvolver uma nova plataforma tecnológica, englobando <i>hardware</i> e <i>software</i> específicos para a impressão 3D em escala industrial de um análogo de carne <i>plant-based</i> , produzido utilizando impressoras 3D já desenvolvidas e comercializadas pela <i>startup</i> , que já possui CNPJ. Esta tecnologia tem potencial para reduzir a geração de resíduos e consumo de água, por |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>exemplo, quando comparada ao processo tradicional de produção de carne e auxilia também em questões como a redução de emissão de GEEs</p> <p><u>Localização:</u> São Paulo - SP</p> |
| Desafio Industrial: produção renovável de biopropano e biobutano | <p>Bioalcool: produção de isobutanol a partir da fermentação de resíduos agrícolas</p> | <p><u>Descrição:</u> essa tecnologia abarca a produção do isobutanol, um importante biocombustível, por meio de um processo de fermentação. Esta utiliza como substrato um resíduo agroindustrial, a casca de cacau, gerada em grande quantidade no país, que está entre os maiores produtores de cacau do mundo. Além da aplicação como biocombustível, esse álcool também pode ser utilizado para produzir biobutano, resinas de revestimento, aditivos em polidores e outros .</p> <p><u>Localização:</u> UESB/ Candeias - BA</p> |
| | <p>Baresu: produção de biocombustíveis gasosos utilizando como matéria-prima óleos residuais e rejeitos da mineração</p> | <p><u>Descrição:</u> nessa tecnologia, a biomassa e seus derivados como: bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de celulose, óleos residuais, glicerina e outros são utilizados como precursores para produção de hidrocarbonetos voláteis como propano e butano. Nesse caso, a reação termoquímica acontece em condições amenas e obtém-se uma fração rica em GLP. Dependendo das condições reacionais, é possível obter GLP, metano, hidrogênio e outros</p> <p><u>Localização:</u> UFMG / Belo Horizonte (MG)</p> |
| Desafio Industrial: materiais avançados com foco em grafeno, nióbio e | <p>NioHydro: produção <i>in-situ</i> de hidrogênio a partir de catalisadores de nióbio</p> | <p><u>Descrição:</u> essa tecnologia propõe a síntese de catalisadores de nióbio para produção de hidrogênio combustível a partir de materiais armazenadores de hidrogênio. Ela contribui para a implementação do hidrogênio verde combustível, substituindo fontes de energia que emitem GEEs, ajudando também no combate à mudança climática. Esta</p> |

**terras raras em
aplicações sustentáveis**

| | |
|--|---|
| | <p>tecnologia pode auxiliar também na questão do armazenamento e transporte desse gás, que é um dos principais desafios relacionados a utilização em larga escala do hidrogênio. Isso porque por se tratar de um gás bastante inflamável, estas são etapas extremamente perigosas.</p> <p><u>Localização:</u> UFV e UNIFEI / MG</p> |
| <p>FePREM: produção de imãs permanentes utilizando rejeitos da mineração</p> | <p><u>Descrição:</u> esta tecnologia consiste na obtenção de hexaferrita de bário, um importante imã permanente, a partir de rejeito de mineração formado majoritariamente por óxido de ferro e carbonato de bário, obtido a partir de outro rejeito de mineração com altos teores de barita em sua composição. Cabe ressaltar que os imãs permanentes são materiais magnéticos usados em diversas aplicações, como, por exemplo, em geradores, motores e alto-falantes, sendo, geralmente, feitos a partir de materiais cerâmicos ou metálicos.</p> <p><u>Localização:</u> UNIFEI e UFMG/ MG</p> |

Fonte: elaborada pela própria autora

Das tecnologias participantes do Diagnóstico, quatro foram selecionadas para avançar para a etapa de Aceleração, a saber: Pronto!, Delta Entech, Niohydro e FePREM. Cabe lembrar que essa etapa teve dinâmicas parecidas com o Diagnóstico, com mentorias e bancas avaliativas, porém na Aceleração as equipes trabalharam mais focadas em validar seu modelo de negócio e estabelecer boas parcerias e clientes.

Por fim, para a fase final do programa de escalonamento, duas tecnologias foram selecionadas: a FePREM e a Delta Entech. A FePREM recebeu um aporte de R\$ 60.000,00 e está focada em estabelecer boas conexões com possíveis empresas parceiras, bem como se capacitar para realizar o escalonamento de sua tecnologia. Por isso, esse aporte está sendo destinado para a compra de materiais de consumo e equipamentos para o escalonamento, bem como para a prototipagem da tecnologia e estudo de mercado. Já a Delta Entech recebeu o aporte de R\$40.000,00 e, atualmente, está focada em estabelecer conexões importantes com clientes e parceiros para conhecer mais sobre o mercado de biodiesel. Assim, o aporte está sendo utilizado para auxiliar nas conexões com o mercado, na realização de visitas técnicas e participação em congressos, bem como para a contratação de um estudo de mercado.

A partir do trabalho desenvolvido no Escale-se Summit, espera-se que pelo menos duas das tecnologias mapeadas possam ser inseridas no mercado e gerem impactos positivos na área de sustentabilidade para toda a sociedade ainda no ano de 2024. Além disso, também é esperado que os pesquisadores e outros profissionais que participaram do Summit possam ter adquirido conhecimento para preparar suas tecnologias para serem inseridas no mercado mesmo que não tenham chegado à etapa final do Programa.

Cabe ressaltar que programas como o Escale-se Summit são um instrumento importante para trazer visibilidade para as tecnologias sustentáveis desenvolvidas dentro das universidades, permitindo conexões valiosas e possíveis parcerias para que essas possam ser colocadas no mercado. Além disso, a metodologia utilizada no Summit capacita os pesquisadores para que esses possam preparar melhor suas tecnologias de forma a solucionar desafios reais das indústrias, auxiliando, assim, no alcance de processos e produtos mais sustentáveis.

Assim, é possível afirmar que os resultados obtidos neste trabalho podem contribuir para o debate sobre sustentabilidade no Brasil, principalmente, por meio de três aspectos. O primeiro deles é a construção de um conteúdo que pode auxiliar o país a se tornar mais sustentável,

produzido a partir de uma análise cuidadosa, englobando opiniões de profissionais de diversos setores e que direciona o que é prioritário para ser desenvolvido dentro da sustentabilidade para que o país avance no sentido de alcançá-la. Além disso, no caso da série de webnários Qui+S, conexões importantes foram promovidas, as quais podem ser o ponto de partida para boas parcerias entre indústrias e universidades, possibilitando que juntas atuem para desenvolver processos e produtos mais sustentáveis. Por fim, tecnologias sustentáveis que já estão sendo desenvolvidas e podem se tornar algumas das soluções sustentáveis que o mercado irá precisar foram preparadas para serem colocadas no mercado por meio do Escale-se Summit.

O Programa Qui+S é relevante também porque a metodologia aqui desenvolvida pode servir como base para que outros projetos que relacionem química e sustentabilidade sejam criados, uma vez que o Qui+S se destaca por trazer projetos e ações que trabalhem os três pilares da sustentabilidade aliados a química, fazendo com que esses temas estejam cada vez mais presentes em diversos lugares. Juntamente a isso, os projetos executados promoveram discussões e reflexões importantes sobre temas estratégicos para a sustentabilidade, ajudando a esclarecer a relevância do tema para todos.

Vale lembrar que existem alguns pontos no trabalho desenvolvido que podem ser aprimorados para que eles possam impactar ainda mais a sustentabilidade. O primeiro deles é ampliar a participação de outros estados brasileiros. Em todas as etapas do Programa foi possível observar a participação de pessoas de outros estados, mas em volume menor que a participação de pessoas de Minas Gerais, algo natural já que o Grupo de Trabalho está vinculado a UFMG. Porém, seria enriquecedor ter mais pessoas de outros lugares, já que o Brasil é um país muito grande e com grande diversidade de realidades e culturas e a sustentabilidade é diretamente afetada pelo contexto local. Nesse sentido, seria importante estruturar novas estratégias de divulgação sobre o Programa Qui+S e seus projetos no caso de futuras ações para alcançar novos lugares e públicos, especialmente pro Escale-se Summit, em que boa parte das tecnologias participantes eram de Minas Gerais.

Juntamente a isso, no caso da série de webnários, seria interessante desenvolver uma estratégia para que depois do contato inicial no evento entre profissional da indústria e pesquisador da universidade, estes pudessem se conectar de maneira mais significativa, estabelecendo boas parcerias. Outro ponto interessante seria ampliar os temas abordados e trabalhados dentro dos webnários e também de outros projetos Qui+S, mantendo os cinco desafios direcionadores Qui+S como foco, porém desenvolvendo as diferentes linhas de ação que os compõem, além

de envolver outras áreas de conhecimento para enriquecer ainda mais as discussões e proposições.

Por fim, a partir do que foi aprendido com a estruturação e execução do Qui+S e seus projetos piloto, será possível aprimorá-los e até ampliá-los em futuras etapas do Programa. Desta forma, espera-se que todo o trabalho apresentado, bem como com o Programa Qui+S e parceiros, sirvam como um ponto de partida para colocar no centro de discussões importantes a questão da química e sustentabilidade, o que pode auxiliar na resolução de alguns dos desafios atuais, assim como na execução de outros projetos que também tragam impactos positivos em alguns dos temas aqui discutidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade tem sido amplamente discutida e se mostra como um importante tema norteador para o futuro. Documentos e eventos como relatório Brundtland e a Rio-92 foram verdadeiros marcos na história dessa, trazendo avanços importantes para alcançá-la e mostrando uma crescente conscientização global e urgência em adotar medidas em diversos setores que garantam a preservação da natureza para as gerações futuras. Cabe ressaltar que esse é um tema bastante complexo, por envolver três grandes pilares: social, ambiental e econômico, e que ainda é aplicado, em alguns casos, de maneira equivocada. Por causa disso, sua mensuração pode ser complicada. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade têm papel relevante, sendo ferramentas valiosas para a avaliação de aspectos sociais, ambientais e econômicos, e para subsidiar a tomada de decisões e planejamento de ações, permitindo que a sustentabilidade possa ser operacionalizada.

Ressalta-se que a inovação e a química têm um papel crucial na promoção da sustentabilidade. Isso porque apenas por meio de avanços tecnológicos e processos e produtos mais sustentáveis será possível enfrentar os desafios ambientais atuais. E para alcançá-los, a química é importante, já que, por se tratar de uma ciência básica, ela serve como base para o desenvolvimento de novos produtos e processos, permitindo avanços importantes em áreas estratégicas para a sustentabilidade em todo o mundo, como: energia, materiais e tratamento de resíduos.

Desta forma, uma importante iniciativa que une sustentabilidade, química e inovação é o Programa Qui+S, proposto pela Sociedade Brasileira de Química. Ele tem como objetivo central promover a sustentabilidade no país por meio da química e seus atores atuando em duas áreas estratégicas: educação básica (OQDS 1) e CTI&E (OQDS 2) em universidades e indústrias. Como a sustentabilidade se trata de um tema bastante amplo e multidisciplinar, fez-se necessário definir desafios direcionadores para as ações e projetos a serem desenvolvidos dentro do Qui+S para que o Programa focasse em temas prioritários para a sustentabilidade do país.

Assim, este trabalho teve como objetivo central definir os principais desafios em sustentabilidade para o país para que, então, o Qui+S começasse a desenvolver projetos e ações de forma a ajudar a enfrentar esses desafios. Para a seleção desses desafios direcionadores, um grupo de inteligência foi criado, composto por profissionais de diversos setores com ampla experiência em suas áreas. Ao final de algumas rodadas de reuniões, cinco desafios

direcionadores foram definidos, com três linhas de ação cada, que serviram de norteadores para as ações desenvolvidas e em desenvolvimento no Programa.

Dentro do OQDS 2, voltado para promover a sustentabilidade por meio de CTI&E em química nas universidades e indústrias, dois projetos principais foram desenvolvidos a partir de 2023: a série de webnários Qui+S – Conexões para sustentabilidade e o Programa Escale-se Summit. No caso da série de webnários foi possível promover discussões muito interessantes sobre diversos temas em sustentabilidade, compartilhando o conhecimento dos palestrantes convidados, mas também estimulando a conexão entre indústrias e universidades e ressaltando que muitas das soluções para grandes desafios da atualidade precisarão do esforço conjunto desses setores para que possam ser alcançadas.

Já o Programa Escale-se Summit permitiu mapear tecnologias ligadas a sustentabilidade que estão sendo desenvolvidas dentro de universidades em todo o país e que têm grande potencial de se tornarem as soluções que indústrias procuram. No Summit, essas tecnologias puderam ser preparadas e mais bem estruturadas para serem levadas para o mercado, podendo resolver problemas importantes e gerar impactos positivos para toda a sociedade ainda em 2024.

Assim, espera-se que nas próximas etapas do Qui+S seja possível ampliar esses projetos, para que alcancem outros lugares do Brasil e envolvam outras áreas do conhecimento, igualmente importantes para a sustentabilidade. Juntamente a isso, almeja-se que todo o trabalho apresentado nessa dissertação, bem como do Programa Qui+S e parceiros, possa auxiliar na resolução de alguns dos grandes desafios atuais, como as mudanças climáticas, geração de resíduos, produção de alimentos e uso de recursos naturais, impulsionando o Brasil na sustentabilidade, e tornando-o um exemplo a ser seguido nessas questões.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, T.; ABBASI, S. A. 'Renewable' hydrogen: Prospects and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, p. 3034–3040, 2011. DOI: 10.1016/j.rser.2011.02.026.
- ABIQUIM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA; FDC - FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Benchmarking de Sustentabilidade da Indústria química**, 2018.
- ABREMA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Como evolui o cenário de RSU no Brasil**. 2024. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/2024/03/04/como-evolui-o-cenario-de-rsu-no-brasil/>>. Acesso em: 24 jun. 2024.
- ABC - ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **2022-2023: Ano internacional das ciências básicas para o Desenvolvimento Sustentável**. 2022. Disponível em: <<https://www.abc.org.br/2022/05/25/ano-internacional-da-ciencia-basica/>>. Acesso em: 10 out. 2022.
- ALHADDI, H. Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review. **Business and Management Studies**, v. 1, n. 2, p. 6, 2015. DOI: 10.11114/bms.v1i2.752.
- ALLEY, R. B.; MAROTZKE, J.; NORDHAUS, W. D.; OVERPECK, J. T.; PETEET, D. M.; PIELKE, R. A.; PIERREHUMBERT, R. T.; RHINES, P. B.; STOCKER, T. F.; TALLEY, L. D.; WALLACE, J. M. Abrupt Climate Change. **Science**, v. 299, n. 5615, p. 2005–2010, 2003. DOI: 10.1126/science.1081056.
- ANASTAS, P. T.; ZIMMERMAN, J. B. The United Nations sustainability goals: How can sustainable chemistry contribute? **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 13, p. 150–153, 2018. DOI: 10.1016/j.cogsc.2018.04.017.
- ARBIX, G.; CONSONI, F. Inovar para transformar a universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 26, n. 77, p. 205–224, 2011. DOI: 10.1590/S0102-69092011000300016.
- B3 - BOLSA DE VALORES BRASILEIRA. **Metodologia do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3)**. 2022.
- B3 - BOLSA DE VALORES BRASILEIRA. **Questionario ISE B3 2023: Visão geral**. 2023. Disponível em: <https://iseb3-site.s3.amazonaws.com/Visao_geral_do_Questionario_ISE_B3_2023-vf07jul2023.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2024
- B3 - BOLSA DE VALORES BRASILEIRA. **Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3)**. 2024. Disponível em: <https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-de-sustentabilidade-empresarial-ise-b3.htm>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- BABCOCK-JACKSON, L.; KONOVALOVA, T.; KROGMAN, J. P.; BIRD, R.; DÍAZ, L. L. Sustainable Fertilizers: Publication Landscape on Wastes as Nutrient Sources, Wastewater Treatment Processes for Nutrient Recovery, Biorefineries, and Green Ammonia Synthesis.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 71, n. 22, p. 8265–8296, 2023. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c00454.

BELO HORIZONTE. Prefeitura de Belo Horizonte. **Relatório de acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2022. ISBN: 978-65-81511-21-0.

BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é - O que não é**. Petrópolis - RJ: Editora Vozes, 2012. ISBN: 978-85-326-4298-1.

BONTEMPI, E.; SORRENTINO, G. P.; ZANOLETTI, A.; ALESSANDRI, I.; DEPERO, L. E.; CANESCHI, A. Sustainable Materials and their Contribution to the Sustainable Development Goals (SDGs): A Critical Review Based on an Italian Example. **Molecules**, v. 26, n. 5, p. 1407, 2021. DOI: 10.3390/molecules26051407.

ÇAKMAKÇI, R.; SALIK, M. A.; ÇAKMAKÇI, S. Assessment and Principles of environmentally Sustainable Food and Agriculture Systems. **Agriculture**, v. 13, n. 5, p. 1073, 2023. DOI: 10.3390/agriculture13051073.

CALLISTER JR., W. D. **Uma Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 7^a ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008. ISBN: 978-85-216-1595-8.

CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 48–60, 2017. DOI: 10.1002/fes3.108.

CDP LATIN AMERICAN. **Divulgação de indicadores-chave focados na transição climática no Questionário de Mudança Climática de 2022 do CDP**. 2023. Disponível em: <https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/006/940/original/Climate_transition_plan_PT-VF.pdf?1679943773>. Acesso em: 24 jun. 2024.

CEBDS - CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **O que é GRI?** 2019. Disponível em: <<https://cebds.org/noticia/o-que-e-gri/>>. Acesso em: 5 mar. 2024.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **PIB do agronegócio - 4º trimestre de 2023**. 2024. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CT-PIB-AGRO_26.MAR.24.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2024.

CHEL, A.; KAUSHIK, G. Renewable energy for sustainable agriculture. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, n. 1, p. 91–118, 2011. DOI: 10.1051/agro/2010029.

CHEN, X.; LI, C.; GRÄTZEL, M.; KOSTECKI, R.; MAO, S. S. Nanomaterials for renewable energy production and storage. **Chemical Society Reviews**, v. 41, n. 23, p. 7909, 2012. DOI: 10.1039/c2cs35230c.

CHRISTOFOROU, E.; FOKAIDES, P. A. **Advances in Solid Biofuels**. Cham: Springer International Publishing, 2019. ISBN: 978-3-030-00861-1 978-3-030-00862-8.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **The Brundtland Report: “Our Common Future”**. 1987.

COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220–240, 2002. DOI: 10.1108/01443570210417515.

COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J. V. Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. **Química Nova**, v. 34, p. 910–916, 2011. DOI: 10.1590/S0100-40422011000500032.

CRINI, G.; LICHTFOUSE. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. **Environmental Chemistry Letters**, v. 17, p. 145–155, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0785-9>.

CRISTÓFALO, R. G.; Akaki, A. S.; ABE, T. C.; MORANO, R. S.; MIRAGLIA, S. G. E. K. Sustentabilidade e o mercado financeiro: estudo do desempenho de empresas que compõem o índice de sustentabilidade empresarial (ISE). **REGE - Revista de Gestão**, v. 23, n. 4, p. 286–297, 2016. DOI: 10.1016/j.rege.2016.09.001.

DAHL, R. Green washing: Do you know what you’re buying? **Environmental Health Perspectives**, v. 118, n. 6, p. 247–252, 2010. DOI: 10.1289/ehp.118-a246.

DE CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs): uma avaliação crítica. **Sustabilidade em Debate**, v. 5, n. 3, p. 222–244, 2014. DOI: 10.18472/SustDeb.v5n3.2014.11176.

DE CASTRO, N.; BRAGA, S. L.; PRADELE, F.; CHAVES, A. C.; CHANTRE, C. A **economia do hidrogênio: Transição, descarbonização e oportunidades para o Brasil**. 2023, v. 5. ISBN: 9786587065571.

DEMIRBAS, A. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. **Energy Conversion and Management**, v. 49, n. 8, p. 2106–2116, 2008. DOI: 10.1016/j.enconman.2008.02.020.

DRESCH, A.; PACHECO LACERDA, D.; CAUCHICK MIGUEL, P. A. Uma análise distintiva entre o Estudo de Caso, a Pesquisa-Ação e a Design Science Research. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, p. 1116–1133, 2015. DOI: 10.7819/rbgn.v17i56.2069.

DU PISANI, J. A. Sustainable development – Historical roots of the concept. **Environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 83–96, 2006. DOI: 10.1080/15693430600688831.

EBA - EUROPEAN BANKING AUTHORITY. **EBA Report on ESG risks management and supervision**. 2021. Disponível em: <https://www.eba.europa.eu/sites/default/files/document_library/Publications/Reports/2021/1015656/EBA%20Report%20on%20ESG%20risks%20management%20and%20supervision.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2024.

EFRAG - EUROPEAN FINANCIAL REPORTING ADVISORY GROUP. **The first set of ESRS - the journey from PTF to delegated act (adopted on 31 July 2023)**. 2024. Disponível em: <<https://www.efrag.org/lab6>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. 1ª ed. Oxford, U.K.: Capstone, 1997. ISBN 978-1-900961-27-1.

EMBRAPII - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL. **Ciência para Prosperidade**. 2022.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 667–681, 2017. DOI: 10.1590/1679-395157473.

FEM - FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Toward Common Metrics and Consistent Reporting of Sustainable Value Creation**. 2020.

FERNANDES, A. G. Prefácio. In: BRAUNGART; MCDONOUGH, W. (Eds.). **Cradle to cradle: Criar e reciclar ilimitadamente**. 2013. ISBN: 978-85-85985-19-2.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R. DA; SILVA, F. C. DA. Química Verde, Economia Sustentável e Qualidade de Vida. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 85–111, 2014. DOI: 10.5935/1984-6835.20140008.

FGV EAESP - ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Programa Brasileiro GHG Protocol - Perguntas frequentes**. 2023. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u641/faq_ghg_2023_v1.0.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2024

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. Routledge, 1997. ISBN: 978-1-85567-070-9.

GALLI, A.; WIEDMANN, T.; ERCIN, E.; KNOBLAUCH, D.; EWING, B.; GILJUM, S. Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. **Ecological Indicators**, v. 16, p. 100–112, 2012. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.06.017.

GARCIA-MARTINEZ, J. Tackling the Big Challenges of the Future. **Chemistry International**, v. 38, n. 3–4, p. 10–15, 2016. DOI: 10.1515/ci-2016-3-405.

GARCIA-MARTINEZ, J.; SERRANO-TORREGROSA, E. **The chemical element**. 2011. ISBN: 978-3-527-32956-4.

GRI - GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **Sustainability Reporting Guidelines - 2002**. 2002.

GRI - GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **GRI - Mission & history**. 2024a. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/about-gri/mission-history/>>. Acesso em: 5 mar. 2024.

GRI - GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **Consolidated Set of the GRI Standards**. 2024b.

HAK, T.; MOLDAN, B.; DAHL, A. (EDS.). **Sustainability Indicators: a Scientific Assessment**. 2007. ISBN: 978-1-59726-131-9.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. **Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.** 1995. ISBN: 1-56973-026-1.

HILLOCKS, R. J. Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture. **Crop Protection**, v. 31, n. 1, p. 85–93, 2012. DOI: 10.1016/j.cropro.2011.08.008.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica - Estabelecendo o Padrão Global.** 2011. Disponível em:

<https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Portuguese.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

HOGAN, D. J. **Dinâmica Populacional e Mudança Ambiental: Cenários para o Desenvolvimento Brasileiro.** Campinas: Núcleo de Estudos de População - Nepo, Unicamp, 2007. ISBN: 978-85-88258-09-9.

IBGC - INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. **Fórum Econômico Mundial lança guia de métricas de ASG.** 2020. Disponível em:

<<https://www.ibgc.org.br/blog/metricas-asg/forum-economico-mundial>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

ICSU - INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE; ISSC – INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCE COUNCIL. **Review of Targets for the Sustainable Development Goals: The Science Perspective.** 2015. ISBN: 978-0-930357-97-9.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The Future of Hydrogen.** 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL PARA A MUDANÇA DE CLIMA. **Synthesis Report of the IPCC sixth Assessment Report (AR6).** 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10603/223973%0Ahttps://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/223973>>.

IYBSSD - INTERNATIONAL YEAR OF BASIC SCIENCES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **About IYBSSD.** 2022. Disponível em: <<https://www.iybssd2022.org/en/about-us/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

WRATHALL, J.; STERIOPOULOS, E. **Reimagining and Reshaping Events: Theoretical and practical perspectives.** 2022. ISBN: 9781911635895.

KAZA, S.; YAO, L. C.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. **What a Waste 2.0: a Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.** Washington, DC: World Bank, 2018. ISBN: 978-1-4648-1329-0.

KOUSKSOU, T.; BRUEL, P.; JAMIL, A.; EL RHAFIKI, T.; ZERAOULI, Y. Energy storage: Applications and challenges. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 120, Part A, p. 59–80, 2014. DOI: 10.1016/j.solmat.2013.08.015.

KOVAC, J. Ethics in Science: The Unique Consequences of Chemistry. **Accountability in Research**, v. 22, n. 6, p. 312–329, 2015. DOI: 10.1080/08989621.2015.1047709.

LATAWIEC, A.; AGOL, D. **Sustainability Indicators in Practice**. De Gruyter Open Ltd, 2015. ISBN: 978-3-11-045067-5 978-3-11-045050-7.

LI, T.-T.; WANG, K.; SUEYOSHI, T.; WANG, D. D. ESG Research Progress and Future Prospects. **Sustainability**, v. 13, p. 11663, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132111663>

LINARES-MORALES, J. R.; GUTIÉRREZ-MÉNDEZ, N.; RIVERA-CHAVIRA, B. E.; PÉREZ-VEJA, S. B.; NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. V. Biocontrol Processes in Fruits and Fresh Produce, the Use of Lactic Acid Bacteria as a Sustainable Option. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 2, 2018. DOI: 10.3389/fsufs.2018.00050.

MA, W. C.; YE, Y. P.; XU, M. D.; ZHU, G. To love each other or to be equal status: the university-industry collaboration partner fit and its impact on knowledge sharing and cooperation performance. **Nankai Business Review International**, v. 21, p. 95–106, 2018. DOI: 10.3969/j.issn.1008-3448.2018.06.010.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: 2016. ISBN: 978-85-314-0731-4.

MARAFON, A. C.; MARAFON, A. D.; AMARAL, A. F. C.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES, V. DOS S. Uso da Biomassa para a Geração de Energia. **Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2016.

MARANGHI, S.; BRONDI, C. LCA Integration Within Sustainability Metrics for Chemical Companies. Em: **Life Cycle Assessment in the Chemical Product Chain**. 2020. ISBN: 978-3-030-34424-5.

MARCONDES, A. W.; BACARJI, C. D. **ISE - sustentabilidade no mercado de capitais**. 1ª ed. São Paulo, Report Editora, 2010. ISBN: 978-85-64086-00-5.

MAXAMADUMAROVICH, U. A.; OBRENOVIC, B.; AMONBOYEV, M. Understanding the Innovation Concept. **Journal on Innovation and Sustainability**, v. 3, n. 3, p. 19–26, 2012. DOI: 10.24212/2179-3565.2012v3i3p19-26.

MCNIFF, J.; WHITEHEAD, J. **Action research: principles and practice**. 2nd ed., London; New York: RoutledgeFalmer, 2002. ISBN: 978-0-415-21994-5.

MICHAEL BEN-ELI. **Sustainability: Definition and five Core Principles**, 2015.

MICHAELI, W.; GRIEF, H.; KAUFMANN, H.; VOSSEBÜRGER, F. J. **Tecnologia dos plásticos**. 1ª ed, 7ª reimpressão ed. São Paulo: Blucher, 1995. ISBN: 978-85-212-0009-3.

MIEDEMA, F. Science and Society an Overview of the Problem. In: MIEDEMA, F. (Ed.). **Open Science: the Very Idea**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2022. p. 1–14. ISBN: 978-94-024-2115-6.

MIKLOSİK, A.; EVANS, N. Environmental sustainability disclosures in annual reports of mining companies listed on the Australian Stock Exchange (ASX). **Heliyon**, v. 7, n. 7, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07505.

MISHNAEVSKY, L.; BRANNER, K.; PETERSEN, H. N.; BEAUSON, J.; MCGUGAN, M.; SØRENSEN, B. F. Materials for Wind Turbine Blades: An Overview. **Materials**, v. 10, n. 11, p. 1285, 2017. DOI: 10.3390/ma10111285.

MOSS, R. H.; EDMONDS, J. A.; HIBBARD, K. A.; MANNING, M. R.; ROSE, S. K.; VAN VUUREN, D. P.; CARTER, T. R.; EMORI, S.; KAINUMA, M.; KRAM, T.; MEEHL, G. A.; MITCHELL, J. F. B.; NAKICENOVIC, N.; RIAHI, K.; SMITH, S. J.; STOUFFER, R. J.; THOMSON, A. M.; WEYANT, J. P.; WILBANKS, T. J. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, n. 7282, p. 747–756, 2010. DOI: 10.1038/nature08823.

MOTA, C. J. A.; MONTEIRO, R. S. Química e sustentabilidade: novas fronteiras em biocombustíveis. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1483–1490, 2013. DOI: 10.1590/S0100-40422013001000002.

MOURA, P. G.; ARANHA, F. N.; HANDAM, N. B.; MARTIN, L. E.; SALLES, M. J.; CARVAJAL, E.; JARDIM, R.; SOTERO-MARTINS, A. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, p. 791–808, 18 dez. 2020. DOI: 10.1590/S1413-4152202020180201.

NASA - ADMINISTRAÇÃO NACIONAL DA AERONÁUTICA E ESPAÇO. **NASA Global Climate Change: Global Surface Temperature**. 2024. Disponível em: <<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature?intent=121>>. Acesso em: 29 maio. 2024.

NEDER, R.; RABÊLO, O. DA S.; HONDA, D. P.; DE SOUZA, P. A. R. Relações entre Inovação e Sustentabilidade: termos e tendências na produção científica mundial. **Gestão & Regionalidade**, v. 35, n. 104, 2019. DOI: 10.13037/gr.vol35n104.5304.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. 1993. **OECD core set of indicators for environmental performance reviews**. Disponível em: <[https://one.oecd.org/document/OCDE/GD\(93\)179/En/pdf](https://one.oecd.org/document/OCDE/GD(93)179/En/pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2024.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options**. 2022.

ODM BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. 2024. Disponível em: <<http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>>. Acesso em: 18 abr. 2024.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Review of the contributions of the MDG Agenda to foster development: Lessons for the post-2015 UN development agenda**. 2012. Disponível em: <https://www.un.org/millenniumgoals/pdf/mdg_assessment_Aug.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2024.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The Millennium Development Goals Report**. 2015a.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015b.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Países membros ONU**. 2021. Disponível em: <<https://unicrio.org.br/conheca/paises-membros/>>. Acesso em: 21 jun. 2024.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition**, 2023a.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Goal 6: Ensure access to water and sanitation for all**. 2023b. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>>. Acesso em: 7 jun. 2024

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Conferences | Environment and sustainable development**. 2024a. Disponível em: <<https://www.un.org/en/conferences/environment>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992**. 2024b. Disponível em: <<https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ONU BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio | As Nações Unidas no Brasil**. 2010. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/66851-os-objetivos-de-desenvolvimento-do-mil%C3%AAnio>>. Acesso em: 11 mar. 2024.

ONU BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2024. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

PARGUEL, B.; BENOIT-MOREAU, F.; RUSSELL, C. A. Can evoking nature in advertising mislead consumers? The power of ‘executional greenwashing’. **International Journal of Advertising**, v. 34, n. 1, p. 107–134, 2015. DOI: 10.1080/02650487.2014.996116.

PARIDHI; SHIMA ARORA. Sustainability reporting: Current state and challenges. **Business strategy and development**, 2023. DOI: 10.1002/bsd2.244.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989. ISBN: 978-0-8018-3986-3.

PEREIRA, A. C.; DA SILVA, G. Z.; CARBONARI, M. E. E. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. São Paulo: Saraiva, 2011. ISBN: 978-85-02-15144-4.

PINTO, T. P.; VARGAS, D. B.; GURGEL, A. C.; VALENTE, F. **Financiamento Climático: realidade e desafios**. FGV-EESP, São Paulo, SP, 2023.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Global Environmental Outlook 6**, 2019.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution**. 2021. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **About the United Nations Environment Programme**. 2024. Disponível em: <<http://www.unep.org/who-we-are/about-us>>. Acesso em: 2 jul. 2024.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, v. 360, n. 6392, p. 987–992, 2018. DOI: 10.1126/science.aag0216.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 89, p. 271–283, 2017. DOI: 10.1590/s0103-40142017.31890021.

RABÊLO, O. D. S. **EcoInovação: principais condutores e performance das empresas industriais brasileiras**. 2015. 78p. Tese (Doutorado em Economia) - Departamento de Economia, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2015.

RANDIVE, K.; PINGLE, S.; AGNIHOTRI, A. (EDS.). **Innovations in Sustainable Mining: Balancing Environment, Ecology and Economy**. Cham: Springer International Publishing, 2021. ISBN: 978-3-030-73796-2.

REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL. **ODS e Agenda 2030**. 2024a. Disponível em: <<https://www.pactoglobal.org.br/ods-e-agenda-2030/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL. **ESG**. 2024b. Disponível em: <<https://www.pactoglobal.org.br/esg/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

RFA - RENEWABLE FUELS ASSOCIATION. **Annual Ethanol Production**. 2023. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/markets-and-statistics/annual-ethanol-production>>. Acesso em: 5 maio. 2024.

RITCHIE, H.; ROSER, M. **Water Use and Stress**. 2018. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/water-use-stress>>. Acesso em: 28 maio. 2024.

ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e Cultura*, v. 71, n. 1, p. 33–39, 2019. DOI: 10.21800/2317-66602019000100011.

SBQ - SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. **Movimento Química Pós 2022 - Sustentabilidade e Soberania: Apresentação**. 2022. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=9453&nomeArquivo=v45n4a01.pdf>. Acesso em: 7 maio. 2023.

SCHNOOR, J. L. 4.1 - Water Quality and its Sustainability Introduction. In: AHUJA, S. (Ed.). **Comprehensive Water Quality and Purification**. Waltham: Elsevier, 2014. p. 1–40. ISBN: 978-0-12-382183-6.

SHEVAH, Y. Water scarcity, water reuse, and environmental safety. **Pure and Applied Chemistry**, v. 86, n. 7, p. 1205–1214, 2014. DOI: 10.1515/pac-2014-0202.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, p. 137–148, 2007. DOI: 10.1590/S1414-753X2007000200009.

SILVA, I. F.; NASCIMENTO, P. H. P.; LAGO, R. M.; RAMOS, M. N.; GALEMBECK, F. ROCHA FILHO, R. C.; TEIXEIRA, A. P. C. Movimento Química Pós 2022: construção de um Plano de Ação para que a química e seus atores impactem a sustentabilidade e soberania no Brasil. **Química Nova**, v. 45, n. 4, p. 497–505, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170898>.

SIMÕES, A. L. A.; RODRIGUES, J. S.; ARAÚJO, M. H.; VIEIRA, S. S. A Química Envolvida na Conversão do CO₂: Desafios e Oportunidades: A Química Envolvida na Conversão do CO₂: Desafios e Oportunidades. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, p. 468–483, 2022. DOI: 10.21577/1984-6835.20220091.

SINGH, G.; LEE, J.; KARAKOTI, A.; BAHADUR, R.; YI, J.; ZHAO, D.; ALBAHILY, K.; VINU, A. Emerging trends in porous materials for CO₂ capture and conversion. **Chemical Society Reviews**, v. 49, n. 13, p. 4360–4404, 2020. DOI: 10.1039/D0CS00075B.

SINIR+ - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos**. 2021. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

STANISLAVSKÁ, L. K.; PILAŘ, L.; FRIDRICH, M.; KVASNIČKA, R.; PILAŘOVÁ, L.; AFSAR, B.; GORTON, M. Sustainability reports: Differences between developing and developed countries. **Frontiers in Environmental Science**, v. 11, 2023. DOI: 10.3389/fenvs.2023.1085936.

STOLOWY, H.; PAUGAM, L. Sustainability Reporting: Is Convergence Possible? **Accounting in Europe**, 2023. DOI: 10.1080/17449480.2023.2189016.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v. 15, p. 84–95, 2006. DOI: 10.1590/S0104-12902006000100009.

TERÁN-BUSTAMANTE, A.; MARTÍNEZ-VELASCO, A.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, A. M. University–Industry Collaboration: A Sustainable Technology Transfer Model. **Administrative Sciences**, v. 11, n. 4, p. 142, 2021. DOI: 10.3390/admsci11040142.

TERUYA, L. C.; MARSON, G. A.; REZENDE, C. M.; VIANA, M. H. Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades. **Química Nova**, v. 36, p. 1561–1569, 2013. DOI: 10.1590/S0100-40422013001000013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2022. ISBN: 978-65-5555-305-5.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN: 978-85-8260-307-9.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil**. 2006. ISBN: 85-352-1785-8.

TRUCILLO, P.; ERTO, A. Sustainability Indicators for Materials and Processes. **Sustainability**, v. 15, n. 8, p. 6689, 2023. DOI: 10.3390/su15086689.

UNCTAD - CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO. **World Investment Report 2023: Investing in Sustainable Energy for All**. Nova Iorque, 2023.

UNDESA - UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **International Decade for Action “Water for Life” 2005-2015. Focus Areas: Water and sustainable development**. 2015. Disponível em: <https://www.un.org/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml>. Acesso em: 7 jun. 2024.

UNDESA - UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **SDG Indicators: Goal 7 – Affordable and clean energy**. 2024a. Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/Goal-07/>>. Acesso em: 11 jun. 2024.

UNDESA - UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **SDG Indicators: Goal 2 - Zero hunger**. 2024b. Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/goal-02>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

UNDESA - UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition | Division for Inclusive Social Development (DISD)**. 2023a. Disponível em: <<https://social.desa.un.org/sdn/the-sustainable-development-goals-report-2023-special-edition>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

UNDESA - UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **Goal 6 - Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all**. 2023b. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/goals/goal6>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

UNW-DPAC - PROGRAMA DA DÉCADA DA ÁGUA DA ONU- ÁGUA SOBRE ADVOCACIA E COMUNICAÇÃO. **Implementing improvements in water quality and protecting ecosystem services**. 2015. Disponível em: <https://www.un.org/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/images/water_quality_eng.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2024.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective. **Ecological Economics**, v. 20, n. 1, p. 3–24, 1997.

WAGENHOFER, A. Sustainability Reporting: A Financial Reporting Perspective. **Accounting in Europe**, v. 21, n. 1, p. 1–13, 2024. DOI: 10.1016/S0921-8009(96)00077-8.

WIJERATHNA-YAPA, A.; PATHIRANA, R. Sustainable Agro-Food Systems for Addressing Climate Change and Food Security. **Agriculture**, v. 12, n. 10, p. 1554, out. 2022. DOI: 10.3390/agriculture12101554.

WISSINGER, J. E.; VISA, A.; SAHA, B. B.; MATLIN, S. A.; MAHAFFY, P. G.; KÜMMERER, K.; CORNELL, S. Integrating Sustainability into Learning in Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 4, p. 1061–1063, 2021. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00284.

APÊNDICE A – Formulário utilizado no mapeamento preliminar

Projeto SBQ Química Pós 2022 - Química e seus atores para um Brasil mais sustentável

Olá!

A SBQ (Sociedade Brasileira de Química) em conjunto com outros atores está trabalhando em um Plano de Ação para impactar a sustentabilidade no Brasil através da química. Queremos a sua ajuda para definir os temas em sustentabilidade mais importantes para a química e o Brasil, que serão utilizados para a construção desse Plano de Ação. Se você quiser mais informações sobre o projeto é só assistir o vídeo abaixo e acessar o link: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170898>

O questionário é curto e demora cerca de 15 min. para ser respondido. Caso você tenha alguma dúvida, entre em contato conosco pelo email: projetosbq2022@gmail.com

Agradecemos muito sua valiosa colaboração!

Link para assistir o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=gi3Yc5Y4EIs>

Informações pessoais - Nessa seção, vamos precisar de algumas informações pessoais. Elas não serão divulgadas e servem apenas para conhecermos um pouco mais sobre você.

1. Profissão (*Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção*)

- Estudante de Ensino Médio
- Estudante de Graduação
- Estudante de Mestrado
- Estudante de Doutorado
- Estudante de Pós- Doutorado
- Professor do Ensino Médio
- Professor do Ensino Superior
- Profissional da Indústria
- Governo
- 3º setor
- Outra: _____

2. Qual sua área de formação? Ex.: química, administração, psicologia... *(Pergunta obrigatória. Resposta aberta)*

 3. Instituição a qual está vinculado(a) ou trabalha *(Pergunta obrigatória. Resposta aberta)*
-

Priorização geral dos temas dos Desafios Direcionadores - Considere os nove TEMAS relacionados à sustentabilidade e soberania a seguir:

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

4. Considerando a lista de TEMAS acima, você sentiu falta de algum TEMA que considera importante para sustentabilidade e soberania no Brasil? Qual (is)? *(Pergunta opcional. Resposta aberta)*

5. Considerando os nove TEMAS apresentados, classifique-os em ordem de prioridade para o Brasil, atribuindo notas de **1 a 9**, sendo **1 a maior prioridade** e **9 a menor prioridade**. **NÃO UTILIZE A MESMA NOTA PARA MAIS DE UM TEMA.** *(Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção)*

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (maior prioridade)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4

- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (maior prioridade)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (menor prioridade)

Priorização por critérios dos temas dos Desafios Direcionadores

Classifique os nove TEMAS relacionados a sustentabilidade e soberania para cada um dos critérios apresentados a seguir. Atribua notas de 1 a 9, sendo 1 **o que mais se adequa ao critério** e 9 **o que menos se adequa ao critério**. NÃO UTILIZE A MESMA NOTA PARA MAIS DE UM TEMA.

6. Critério: **“PERMITE AO PROFESSOR DE QUÍMICA EM SALA DE AULA (ENSINO BÁSICO) TRABALHAR COM ALUNOS DE FORMA DINÂMICA E CONTEXTUALIZADA COM O COTIDIANO”** (*Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção*)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

9 (O que menos se adequa)

7. Critério: “**POSSIBILITA AS ESCOLAS FAZEREM PROJETOS EM QUÍMICA COM O ENTORNO (ESPAÇO E COMUNIDADE)**” (*Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção*)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

1 (O que mais se adequa)

2

3

4

5

6

7

8

9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

1 (O que mais se adequa)

2

3

4

5

6

7

8

9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

1 (O que mais se adequa)

2

3

4

- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5

- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

8. Critério: **“PODE SER USADO PARA INCREMENTAR A FORMAÇÃO DO NOVO QUÍMICO PARA SUSTENTABILIDADE EM UNIVERSIDADES”**
(Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4

- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

9. Critério: **“É UM TEMA DE INTERESSE DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS E AFINS BRASILEIRAS”** *(Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção)*

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

10. Critério: **“TEMA QUE O BRASIL MAIS PRECISA DESENVOLVER”** (*Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção*)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

11. Critério: **“PODE TRAZER UM IMPACTO ECONÔMICO RELEVANTE”**
(Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

12. Critério: **“PODE TRAZER UM IMPACTO AMBIENTAL RELEVANTE”**
(Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

13. Critério: **“PODE TRAZER UM IMPACTO SOCIAL RELEVANTE”** (*Pergunta obrigatória. Marcar apenas uma opção*)

TEMA 1 - Mudanças Climáticas (Captura e uso de CO₂, Descarbonização e Pegada de carbono)

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 2 - Reaproveitamento de resíduos, Economia Circular

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 3 - Bioprodutos, Bioeconomia

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 4 - Materiais renováveis, Materiais sustentáveis e Plásticos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 5 - Tratamento de efluentes e Saneamento básico

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 6 - Energias renováveis, Biocombustíveis e Hidrogênio

- 1 (O que mais se adequa)

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 7 - Uso sustentável de recursos minerais e naturais

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 8 - Poluição da água, ar e solo

- 1 (O que mais se adequa)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

TEMA 9 - Agroquímica para produção sustentável de alimentos

- 1 (O que mais se adequa)
- 2

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9 (O que menos se adequa)

APÊNDICE B – Participação em eventos, comissões organizadoras, cursos e submissão de artigos

Participação em eventos

- 34º Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química (ERSBQ) cujo tema foi Sustentabilidade: O desafio da nova geração – dez. 2022, Belo Horizonte – MG.
- 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) cujo tema foi Química: Ligando ciências e neutralizando desigualdades – mai. 2023, Águas de Lindoia – SP.
- II Workshop de Inovação Tecnológica do Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (II WorkIT) cujo tema foi Inovação e Sustentabilidade – nov. 2023, Belo Horizonte – MG.
- I Congresso de inovação e sustentabilidade do BHTEC – ago. 2023, Belo Horizonte – MG.
- Rio Innovation Week – out. 2023, Rio de Janeiro – RJ.
- Arena ANTP – out. 2023, São Paulo – SP.
- 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) cujo tema foi a centralidade da química na educação do cidadão e na inovação científica e tecnológica - mai. 2024, Águas de Lindoia – SP.
- Palestra de apresentação do Qui+S no XII SimpoQuim cujo tema foi ciência para o desenvolvimento sustentável: a contribuição dos ODS para um futuro melhor – set. 2024, Ponta Grossa – PR.

Participação em comissões organizadoras

- II Workshop de Inovação Tecnológica do Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (II WorkIT) cujo tema foi Inovação e Sustentabilidade – nov. 2023, Belo Horizonte – MG.

- Workshop Química e sustentabilidade: Desafios e oportunidades na formação de pessoas e conexão universidade-indústria realizado na 46ª RASBQ – mai. 2023, Águas de Lindoia – SP.
- Estande Química e Sustentabilidade na 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) - mai. 2024, Águas de Lindoia – SP.

Apresentação de trabalhos

34º Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química - dez. 2022

- Movimento Química Pós 2022: Definição de desafios da química para impactar a sustentabilidade no Brasil de autoria de Maryna M. Barros, Ingrid F. Silva, Izadora R. S. Menezes, Pedro H.P. Nascimento, Rochel M. Lago, Ana Paula de C. Teixeira.

46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – mai. 2023

- Sustentabilidade no Brasil a partir da química: projetos em desenvolvimento envolvendo o OQDS 1 no ano de 2023 de autoria de Larissa L. Maia, Maryna M. Barros, Ingrid F. Silva, Izadora R. S. Menezes, Márlon H. F. B. Soares, Shirley Nakagaki, Rochel M. Lago, Ana Paula de C. Teixeira.
- Programa SBQ para impactar a sustentabilidade no Brasil: OQDS 2 promovendo interação entre indústrias e universidades de autoria de Maryna M. Barros, Ingrid F. Silva, Izadora R. S. Menezes, Larissa L. Maia, Carolina M. M. de C. Andrade, Shirley Nakagaki, Rochel M. Lago e Ana Paula de C. Teixeira.
- SBQ for a sustainable Brazil: the tackling of five significant challenges to impact sustainable development in Brazil through chemistry de Izadora R. S. Menezes, Maryna M. Barros, Ingrid F. Silva, Larissa L. Maia, Carolina M. M. de C. Andrade, Romeu C. Rocha Filho, Shirley Nakagaki, Rochel M. Lago, Ana Paula de C. Teixeira.

II Workshop de Inovação Tecnológica do Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da UFMG - nov. 2023

- Programa Qui+S: promovendo interação entre indústria e universidade por meio do OQDS 2 de autoria de Maryna M. Barros, Valeska P. da S. R. Pardi, Thais A. Silva, Germano M. C. Fagundes, Izabella C. N. P. Andrade, Rochel M. Lago, Ana Paula de C. Teixeira.

- Programa Qui+S: Promovendo a sustentabilidade através da Química na Educação básica de autoria de Thais A. Silva, Maryna M. Barros, Valeska P. da S. R. Pardi, Germano M. C. Fagundes 1, Izabella C. N. P. Andrade, Marlon H. F. B. Soares, Alfredo Luis M. L. Mateus, Rochel M. Lago, Ana Paula de C. Teixeira.

Arena ANTP – out. 2023

- Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e a mobilidade urbana ativa no campus Pampulha da UFMG: percepções e apontamentos de transeuntes de autoria de Ryane M. Barros, Maryna M. Barros e Leandro Cardoso.

47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – mai. 2024

- Comunicando o Programa QUI+S: Inovação Sustentável ao seu alcance! de autoria de Valeska P. da S. R. Pardi, Maryna M. Barros, Thais A. Silva, Germano M. C. Fagundes, Izabella C. N. P. Andrade, Rochel M. Lago e Ana Paula C. Teixeira.
- Programa Qui+S: química sustentável no ensino médio: ampliando horizontes educacionais de autoria de Germano M. C. Fagundes, Maryna M. Barros, Valeska P. da S. R. Pardi, Thais A. Silva, Izabella C. N. P. Andrade, Rochel M. Lago, Ana Paula C. Teixeira, Alfredo L. M. L. Mateus e Márlon H. F. B. Soares.
- Programa Qui+S: criação de startups em sustentabilidade de autoria de Maryna M. Barros, Valeska P. da S. R. Pardi, Thais A. Silva, Germano M. C. Fagundes, Izabella C. N. P. Andrade, Rochel M. Lago e Ana Paula de C. Teixeira.

Submissão de artigos

- Programa Qui+S: principais desafios da química para impactar a sustentabilidade no Brasil até 2050 de autoria de Maryna M. Barros, Izadora R. S. Menezes, Ingrid F. Silva, Valeska P. S. R. Pardi, Izabella C. N. P. Andrade, Thais A. Silva, Germano M. C. Fagundes, Rochel M. Lago e Ana Paula C. Teixeira para a Revista Química Nova.
- Inovação para a Sustentabilidade: Escala-Se Summit, um Programa para a transferência de tecnologias e criação de *startups* em universidades brasileiras de autoria de Eduarda R. Barbosa, Maryna M. Barros, Valeska P. da S. R. Pardi, Yasmim R. dos Santos, Rafaela L. Pereira, Ana Paula de C. Teixeira, Rochel M. Lago e Fabiano G. F. de Paula para a Revista Virtual de Química.

Cursos e minicursos realizados

- Psicologia ambiental e sustentabilidade realizado pelo Laboratório de Estudo das Relações Humano Ambientais da Universidade de Fortaleza – out. 2022.
- Precisamos falar sobre desigualdade realizado pela Fundação João Pinheiro – out. a dez. 2022.
- Acelerando cientistas realizado pelo Sebrae for Startups e Wylinka – ago. e set. 2023.
- Introdução à Realidade Climática realizado pelo Núcleo Rio Grande do Sul do *The Climate Reality Project* Brasil – mar. a mai. 2024.
- Do planejamento à execução: técnicas ágeis para gestão de projetos realizado pelo *Conquer Business School* – abr. 2024.
- Formação em novos negócios realizado pelo G4 educação – jan. a abr. 2024.

Participação em banca de TCC

- Indústria 4.0: uma análise da relação dos engenheiros com o mercado brasileiro de meios de pagamentos de Matheus de Oliveira e Oliveira (Graduação em Engenharia Mecânica) - jun. 2023.