



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

MANOEL TEODORO DA SILVA

A VISÃO E AS PERSPECTIVAS DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA
QUÍMICA ACERCA DO ENSINO E DA ADOÇÃO DE PRÁTICAS E IDEIAS
SUSTENTÁVEIS NA ÁREA.

JOÃO PESSOA

2021

MANOEL TEODORO DA SILVA

A VISÃO E AS PERSPECTIVAS DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA
QUÍMICA ACERCA DO ENSINO E DA ADOÇÃO DE PRÁTICAS E IDEIAS
SUSTENTÁVEIS NA ÁREA.

Trabalho Final de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito para obtenção do título de graduado
em Engenharia Química.

Orientação: Prof. Dr. Genaro Zenaide
Clericuzi

JOÃO PESSOA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586v Silva, Manoel Teodoro da.

A VISÃO E AS PERSPECTIVAS DOS ESTUDANTES
DE ENGENHARIA QUÍMICA ACERCA DO ENSINO E DA ADOÇÃO
DE PRÁTICAS E IDEIAS SUSTENTÁVEIS NA ÁREA. / Manoel
Teodoro da Silva.

- João Pessoa, 2021.

71 f. : il.

Orientação: Genaro Clericuzi.

TCC (Graduação) - UFPB/de Tecnologias.

1. educação, sustentabilidade, engenharia química.

I.

Clericuzi, Genaro. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 691(043,2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

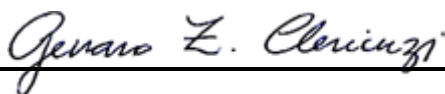
MANOEL TEODORO DA SILVA

A VISÃO E AS PERSPECTIVAS DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA
QUÍMICA ACERCA DO ENSINO E DA ADOÇÃO DE PRÁTICAS E IDEIAS
SUSTENTÁVEIS NA ÁREA

Trabalho Final de Curso apresentado como
resultado parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química, pela
Universidade Federal da Paraíba.

Aprovado em: 02/ 12/ 2021

Banca examinadora



Genaro Zenaide Clericuzi, prof^o.Dr.^o UFPB)



(Pricila de Souza Araújo, mestranda PPGEQ, UFPB)



(Sharline Florentino de Melo Santos, prof^a.Dr.^a UFPB)

DEDICATÓRIA

Acima de tudo, agradeço ao meu Deus essa singular conquista pessoal e profissional. Ele foi meu descanso mental em diversos momentos.

Em seguida, dedico a minha mãe que acreditou nessa conquista, por vezes, muito mais que eu mesmo e ao meu avô materno (*em memória*).

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e a Deus.

Agradeço, ainda, a todos que contribuíram (em especial, a cada colaborador que dispensou tempo para responder aos questionários propostos), ajudaram e foram determinantes em várias etapas desta vivência. Obrigado!

EPÍGRAFE

"I like to think that maybe one day you'll be a old man, like me, talking a younger man's ear off, explaining to him how you took the sourest lemon that life has to offer and touned it into something resembling lemonade."

- This is Us

RESUMO

O objetivo principal do estudo é analisar a visão e as perspectivas dos estudantes do curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba acerca da adesão e propagação de abordagens sustentáveis ao longo da graduação, bem como dos egressos. Para tal análise foi desenvolvido questionários com vistas a colher as ponderações dos colaboradores que foram divididos em três grupos: grupo I referente aos alunos do primeiro ao terceiro períodos, grupo II ao concluintes e o grupo III aos egressos. A pesquisa é descritiva e teve como abordagem qualitativa o método de coleta de dados *survey*, ou seja, questionário de levantamento. A amostra compreender 43 participantes. Com a grande importância que o tema vem ganhando nos últimos anos, entender e ter acesso a ideias sustentáveis vem se tornando um diferencial aos profissionais recém formados, pois dá àqueles condições de repensar e traçar raciocínio de inovação para solucionar problemas; muitas vezes, inclusive de grande valia para solução de cases propostos em processos seletivos e trainees. Observou-se uma grande variância entre as respostas dos três grupos quanto aos questionamentos feitos, no entanto, em sua maioria, tendenciando para o lado positivo. Viu-se também que a visão da problemática variava de acordo que eles iriam amadurecendo ao longo dos semestres. O presente trabalho tem como um dos objetivos documentar tais dados e deixa-los de consulta para servir como base reflexiva a outros alunos e até docentes interessados, além de mostrar como anda a visão dos entrevistados a cerca do viés tratado e do quanto a sustentabilidade tem impacto na atuação de futuros engenheiros, mostrando o quanto o tema deve ser aprendido, compreendido e interpretado para que se possa avançar e propagar rotas mais sustentáveis de produção e, dessa forma, contribuir à sociedade a extensão acadêmica necessária e requerida por ela.

Palavras-chave: educação, sustentabilidade, engenharia, engenharia química, química verde

ABSTRACT

The main objective of the study is to analyze the vision and perspectives of the students of the Chemical Engineering course at the Federal University of Paraiba about the adhesion and propagation of sustainable approaches throughout their graduation, as well as the graduates. For this analysis, questionnaires were developed in order to collect the collaborators' weights, which were divided into three groups: group I referring to students from the first to third periods, group II to seniors and group III to graduates. The research is descriptive and had as a qualitative approach the survey data collection method, that is, a survey questionnaire. The sample comprises 43 participants. With the great importance that the subject has gained in recent years, understanding and having access to sustainable ideas has become a differential for newly graduated professionals, as it gives them the conditions to rethink and trace innovative thinking to solve problems; often, even of great value for solving cases proposed in selection processes and trainees. There was a large variance between the responses of the three groups regarding the questions asked, however, mostly, tending to the positive side. It was also seen that the view of the problem varied according to how they would mature over the semesters. One of the objectives of the present work is to document such data and leave them for consultation to serve as a reflective basis for other students and even interested professors, in addition to showing how the interviewees view is about the bias addressed and how much sustainability has impact on the performance of future engineers, showing how much the topic must be learned, understood and interpreted so that it can advance and propagate more sustainable production routes and, in this way, contribute to society the academic extension necessary and required by it.

Keywords: education, sustainability, engineering, chemical engineering, green chemistry

RESUMEN

El objetivo principal del estudio es analizar la visión y perspectivas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Federal de Paraíba sobre la adhesión y propagación de enfoques sostenibles a lo largo de su graduación, así como los egresados. Para este análisis se desarrollaron cuestionarios con el fin de recolectar los pesos de los colaboradores, los cuales se dividieron en tres grupos: grupo I referido a estudiantes del primer al tercer período, grupo II a mayores y grupo III a egresados. La investigación es descriptiva y tuvo como enfoque cualitativo el método de recolección de datos de encuestas, es decir, un cuestionario de encuestas. La muestra está compuesta por 43 participantes. Con la gran importancia que ha adquirido la asignatura en los últimos años, comprender y tener acceso a ideas sostenibles se ha convertido en un diferencial para los profesionales recién egresados, ya que les da las condiciones para repensar y trazar el pensamiento innovador para resolver problemas; a menudo, incluso de gran valor para la resolución de casos propuestos en procesos de selección y de aprendices. Hubo una gran variación entre las respuestas de los tres grupos con respecto a las preguntas formuladas, sin embargo, en su mayoría, tendiendo al lado positivo. También se vio que la visión del problema variaba de acuerdo a cómo madurarían a lo largo de los semestres. Uno de los objetivos del presente trabajo es documentar dichos datos y dejarlos para su consulta para que sirvan de base reflexiva para otros estudiantes e incluso profesores interesados, además de mostrar cómo los entrevistados ven sobre el sesgo abordado y en qué medida la sostenibilidad tiene impacto en el desempeño de los futuros ingenieros, mostrando cuánto se debe aprender, entender e interpretar el tema para que pueda avanzar y propagar rutas de producción más sostenibles y, de esta manera, aportar a la sociedad la extensión académica necesaria y requerida por ella.

Palabras clave: educación, sostenibilidad, ingeniería, ingeniería química, química verde.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – 17 ODS da ONU	22
Figura 2 – Economia circular e áreas de aplicação	28
Figura 3 - Perfil do pesquisado do grupo 1	33
Figura 4 – Dados do EM dos pesquisados do grupo 1.....	33
Figura 5 – Adoção da sustentabilidade em processos do ponto de vista do grupo 1.....	35
Figura 6 – Importância da sustentabilidade para a grande da Engenharia Química do ponto de vista do grupo 1.....	36
Figura 7 – Importância da sustentabilidade para o curso de Engenharia Química do ponto de vista do grupo 1.....	37
Figura 8 – Adoção de práticas sustentáveis em processos do ponto de vista do grupo 2.....	39
Figura 9 – Crença na inclusão de disciplinas de cunho sustentável durante a graduação do ponto de vista do grupo 2.....	40
Figura 10 – Crença em ter contato com empresas que propagem a sustentabilidade do ponto de vista do grupo 2.....	42
Figura 11 – Disciplinas lecionadas em outras engenharias que poderiam ser integradas a engenharia química.....	45
Figura 12 – Anos que os pesquisados se tornaram egressos.....	46
Figura 13 – Empresas que valorizam a sustentabilidade do ponto de vista prático dos egressos.....	47
Figura 14 – Crença dos egressos em processos sustentáveis.....	47
Figura 15 – Visão dos egressos ainda durante a graduação acerca da sustentabilidade.....	48
Figura 16 – Adoção de rotas sustentáveis em processos industriais e químicos a partir da visão dos egressos	49
Figura 17 – Importância para a grande área da Engenharia Química do ponto de vista dos egressos	50
Figura 18 – Importância para o curso de Engenharia Química do ponto de vista dos egressos	50
Figura 19 – Necessidade para o curso de Engenharia Química do ponto de vista dos egressos	51

Figura 20 – Importância de inclusão ao curso de Engenharia Química do ponto de vista dos egressos	52
Figura 21 – Economia e sustentabilidade do ponto de vista dos egressos	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grupos envolvidos na pesquisa	29
Tabela 2 - Rol das disciplinas escolhidas para análise	31
Tabela 3 – Escala de pontuação	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivo geral	18
2.2. Objetivos específicos	18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1. SUSTENTABILIDADE.....	19
3.2. OBJETIVOS SUSTENTÁVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO	22
3.3. ECONOMIA CIRCULAR	23
4. METODOLOGIA	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1. GRUPO 1.....	33
5.1.1. Importância para a grande área da Engenharia Química.....	35
5.1.2. Importância para o curso de Engenharia Química	36
5.1.3. Disciplinas que cabem abordagem sustentáveis.....	38
5.2. GRUPO 2.....	39
5.2.1. Disciplinas que cabem ou não abordagens sustentáveis	43
5.2.2. Disciplinas que houve ou não abordagem sustentáveis.....	44
5.3. GRUPO 3.....	45
5.3.1. Importância para a grande área da Engenharia Química.....	49
5.3.2. Importância para o curso de Engenharia Química	50
5.3.3. Disciplinas que cabem ou não abordagens sustentáveis	53
5.3.5. Economia	54
6. CONCLUSÃO	57
7. SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
9. APÊNDICES	66

1. INTRODUÇÃO

No início do século XXI, o problema da sustentabilidade global é amplamente reconhecido por líderes mundiais, e um tópico comum de discussão por jornalistas, cientistas, professores, estudantes e cidadãos em muitas partes do mundo (ADAMS, 2006). Foi nessa mesma época que estudiosos e defensores do desenvolvimento sustentável comentavam temer que o início no novo século estaria repleto de reflexões acerca das necessidades humanas e do padrão que se formava.

Para *Diniz et al.* (2017) o despertar do desenvolvimento industrial observado no final do século XIX, seguindo da globalização, trouxe consigo vários fatores que passaram a provocar profundos impactos na sociedade. A partir de então, o mesmo ator relata que aqueles foram inicialmente observados nas esferas ambiental e social, que constituem o grande corpo social, e fez com que as empresas comesçassem a adotar ou a se preocupar com a sustentabilidade dentro de suas práticas organizacionais.

Nesse viés, a temática em torno da sustentabilidade se desenvolveu abordando amplos temas e negócios referentes ao meio ambiente, a todos aqueles que estão envolvidos, a exemplo dos direitos dos trabalhadores, proteção aos consumidores, impactos das atividades da empresa em relação à sociedade e os efeitos de tudo isso sobre o lucro da organização.

Desde então, o mundo, iniciou seu processo de despertar para a questão ambiental com vistas a garantir um futuro rentável das próximas gerações. Diversas conferências internacionais foram desenvolvidas para tal feito, a citar a Rio 92, Rio +10, Rio +20 e agora a Rio +30.

A Rio-92 ou Eco-92, foi um marco na esfera ambiental e sustentável à época, pois foi lá que a política internacional abriu os olhos para a problemática e a reconheceu como tal, admitindo que não havia possibilidade de seguir com um desenvolvimento socioeconômico sem olhar com respeito para os recursos

naturais e estabeleceu uma série de iniciativas para promover a aceitação da ideia de desenvolvimento sustentável (HOFER, 2009).

Para Leitão (2015), a economia mundial vem sendo construída baseada em modelos lineares que não mais cumprem continuidade, estando ameaçado devido a disponibilidade limitada dos recursos naturais. Além disso, desde a Revolução Industrial, e muito especialmente desde o final da 2ª Guerra Mundial, tal modelo de crescimento (linear), ao assumir que os recursos são abundantes, disponíveis e sem ter preocupações de recuperar os desperdícios gerados ou componentes de produtos em fim de vida, tem conduzido à contínua delapidação dos recursos e ao crescente aumento de resíduos e tende ao declínio.

Consoante a esse pensamento, importa pontuar que num mundo com um crescimento exponencial da população, prevê-se que em 2050 sejam atingidos 9 milhões de pessoas (WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2012; WWF, 2012 *apud* LEITÃO, 2015) e com expectativas de aumento do uso de matérias-primas nas próximas décadas (BLEISCHWITZ, 2010; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012 *apud* LEITÃO, 2015), infere-se a continuidade da trajetória de insustentabilidade da sociedade vigente. Além dos graves danos ambientais à escala global, esta situação traz consigo significativas alterações nos preços das commodities. A competição global por recursos e a concentração da oferta tem vindo a aumentar, o que torna a indústria e a sociedade dependentes das importações e vulneráveis a preços elevados, volatilidade do mercado e da situação política em alguns países fornecedores.

Dessa forma, se vê que os atuais modelos de indústrias sustentáveis versam acerca dos padrões do século passado. Não obstem mudanças necessárias para de fato se enquadrarem no modelo de sustentabilidade necessário para este século. É dentro dessa problemática que este trabalho irá abordar ideias e conceitos que visam propagar a aquisição de práticas sustentáveis no curso de Engenharia Química.

E, por se tratar de uma engenharia que lida com transformações físico-químicas e processos industriais diversos, vê-se a necessidade de aderência de medidas viáveis para cuidar de, por exemplo, os resíduos gerados a partir

daqueles. Diversas empresas do ramo da cosmetologia, por exemplo, ainda não estão inseridas dentro do universo da preocupação ambiental e, portanto, é importante ter em mente que elas veem o meio ambiente como uma mina de ouro e só o agredem sem prestar os devidos cuidados.

O conceito de sustentabilidade e empreendedorismo vem se transformando a cada dia que passa e ganhando espaço nesse meio capitalista. Entre outras razões, podemos citar o fato de o planeta está entrando em colapso do ponto de vista ambiental, logo, faz-se necessário mudanças rápidas aliadas à inovação para garantir a manutenção dos meios de produção fabris.

De acordo com a norma brasileira para definição de impacto ambiental através da resolução CONAMA N.1/86, art. 1: “Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- A saúde, segurança e bem-estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos ambientais” (1986).

Com isto, mesmo uma indústria como, por exemplo, a óleos essenciais, ser de produção a base de plantas, faz-se necessário destinar os resíduos gerados, para que a mesma não esteja causando um impacto ambiental irreversível e de forma que agrida não só o meio ambiente, mas também a sociedade como um todo acerca dela.

Como mencionado anteriormente, para o protótipo da indústria exemplificada, a busca principal gira em torno da produção de óleo essencial de base vegetal e uma vez ativa e em funcionamento se estudaria as possibilidades de produção de outros óleos essenciais.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo central analisar e expor a visão e as perspectivas dos estudantes e egressos do curso de Engenharia Química da UFPB acerca da aquisição de disciplinas de cunho sustentável ao curso.

Objetivos específicos

- Apresentar o conceito de sustentabilidade;
- Apresentar o conceito de economia circular;
- Apresentar o conceito dos ODS;
- Apresentar, por meio da análise gráfica, os resultados da pesquisa.
- Levar reflexão todo o corpo discente e docente de Engenharia Química e demais engenharias.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. SUSTENTABILIDADE

Dentre tantos estudos desenvolvidos sobre o termo sustentabilidade, sua origem e conceitos parecem não mostra-se fechado se vê conceitos de outros temas de outra áreas do conhecimento, por exemplo. Para Mitcham (1995), a conceituação do termo desenvolvimento sustentável parte de princípios filosóficos e históricos do ciclo de necessidades da humanidade. A tese é que a força e a fraqueza desse conceito residem em sua ligação ambivalente entre as preocupações desenvolvimentistas pró-crescimento e as ambientalistas sem crescimento (MITCHAM, 1995).

Para Feil *et al.* (2017), os termos sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, embora muito utilizados na literatura científica, no setor privado e nas políticas públicas, ainda não possuem um consenso em termos de conceito. Na literatura, o conceito acerca de sustentabilidade aborda diversas nuances a depender da condição de sua aplicabilidade. No entanto, o núcleo e o objetivo-fim de sua usabilidade acaba sendo convergindo para um único ponto: o de produzir hoje e agredir menos o meio ambiente com vistas a diminuição do impacto ambiental as futuras gerações. Em outras palavras, busca-se uma condição de equilíbrio produtivo entre as necessidades do ser humano e manutenção do futuro do planeta (BARBOSA, DRACH e CORBELLA, 2014).

Diante disso, faz-se necessário repensar com urgência nos atuais modelos de produção em todos os aspectos e não de forma isolada; inclusive em atitudes básicas do nosso dia a dia, como desligar a torneira ao escovar dentes ou ao tomar banho desligar o chuveiro no momento de ensaboar-se. São práticas simples que ouvimos falar quando ainda estávamos no primário, mas que não são usadas pela população de forma equitativa. Adams (2006), em seus estudos já previa que em 2020 essas atitudes estariam mais claras e palpáveis para o entendimento da problemática. Em suas colocações, ele comentava que

era necessário agir agora, pois o tempo não estaria ao nosso favor nessa questão (ADAMS, 2016).

No entanto, mesmo com a real necessidade de adoção de práticas e termos sustentáveis e, tendo as mais diversas abordagens surgidas em um momento de extrema crise ecológica (DU PISANI, 2006) e alavanca para o despertar da consciência social, a aquisição parece não ter passado de um momento de euforia comunitário. Costumamos usá-lo sem pensar em seu real significado e implicações(DU PISANI, 2006).

De forma abrangente, o termo aparece em diversas áreas do conhecimento. Hoje um número relativo de empresas em de diferentes áreas procuram adotar medidas que visem agredir menos o nosso meio ambiente, seja para contribuir de forma coerente e coesa, seja para apenas cumprir como planos de marketing e dessa forma aumentar suas receitas sobre essa ótica. Dessa forma, seja na área ambiental, econômica ou social, os investidores e acionistas, os critérios financeiros tradicionais são muito atraentes e por isso, atualmente, apresenta-se muito importante as empresas possuírem bom desempenho nos indicadores ambientais e sociais que completam o Tríplice Resultado ou Triple Bottom Line (DINIZ *et al.*, 2017)

Na atualidade, o mercado está cada vez mais agressivo e competitivo, por isso, as empresas precisam estar dispostas a inovar e reformular seus produtos, bem como ampliar suas tecnologias, processos e buscar modelos de negócios que atualizem suas capacidades de competição (REIS *et al.*, 2020) e apostar na sustentabilidade é uma rota assertiva quando bem planejada.

Outra parte que merece atenção e discussão é parte de produção industrial e química. Diversos processos industriais necessitam de transformações químicas para findar sua linha produtiva. Nessa abordagem, Hofer(2009), traz que esse setor foi um dos pioneiros a exceder os limites de uso na linha produtiva de diversos produtos. É nessa perspectiva que surge a necessidade de remodelação dessa vertente e nasce o termo química verde.

Dentro da visão da Química Verde, Gu (2013) comenta:

Biomassa e resíduos apresentam grande potencial para substituição de recursos fósseis na produção de produtos químicos. A busca por meios

de reação alternativos para substituir solventes à base de petróleo comumente usados em processos químicos é um objetivo importante de consequências ambientais significativas. Recentemente, os derivados de base biológica têm sido usados inteiramente como solventes verdes ou utilizados como ingredientes essenciais para a produção de solventes inovadores potencialmente menos tóxicos e mais biocompatíveis.

É pensando nessa inovação tecnológica e sustentável que se faz de muito valia a aquisição dessas rotas. A presença desse estudo é de grande importância para a área industrial, visto que parte desse meio utiliza solventes com alto poder contaminante e inflamável.

Nessa perspectiva, leciona Marina *et al.* (2015):

Em muitos processos industriais, grandes quantidades de solventes orgânicos voláteis e inflamáveis são usados em vários sistemas de reação e etapas de separação que definem a maior parte do desempenho ambiental e econômico de um processo. Consequentemente, uma área crescente de pesquisa no desenvolvimento de tecnologias verdes é dedicada ao projeto de novos solventes amigáveis ao meio ambiente e ajustáveis, cujo uso atenderia às demandas tecnológicas e econômicas. Dentre os solventes propostos, os líquidos iônicos à temperatura ambiente, os fluidos supercríticos e subcríticos e os solventes de fontes naturais e renováveis se destacam como as abordagens mais promissoras para a inovação de solventes atuais.

De forma abrangente, as discussões em torno da problemática está em pauta e merece sua devida atenção por de todos: governo, empresas e indústrias, sociedade e instituições de ensino. Nessa abordagem, a academia age no desenvolvimento de estudos teóricos, técnicos e comportamentais, relacionados aos aspectos econômicos, ambientais e sociais da sustentabilidade. É próprio desse meio ser um elo entre as discussões de interesse empresarial e governamental e as de interesse social (SOUTO *et al.*, 2019). O mesmo ator relata ainda que governos de todo o mundo devem reformular suas políticas públicas e legislação pertinente com o fito de permitir o progresso no presente sem comprometer o futuro do planeta.

3.2. OBJETIVOS SUSTENTÁVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de cumprir e fazer cumprir metas de desenvolvimento coerente a ideias sustentáveis, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou em 2015 os objetivos sustentáveis para o desenvolvimento (ODS). Os 193 Estados membros da ONU, incluindo o Brasil, comprometeram-se a adotar a chamada Agenda 2030, trabalhando para cumprir os ODS (BELLUZZO, 2018). Sua composição é feita por 17 ODS que englobam temáticas diversificadas como erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, governança, e meios de implementação (BRASIL, 2021).

Figura 1- 17 ODS da ONU



Fonte: Instituto Conservação Costeira (2020)

Ao todo, são 169 metas a serem batidas até 2030 com os 17 ODS, essas são as que dão forma a Agenda 2030. De acordo com Marcelo Turine, reitor da UFMS o investimento em Ciência e Tecnologia deve ser prioridade para apontar soluções para o desenvolvimento sustentável (Turine, 2018). Em suas palavras: “Essa aproximação entre instituições, a sociedade civil e a universidade é

fundamental para a criação de produtos inovadores” (UFMS,2018). Assim, como a UFMS, outras universidades brasileiras também creem na aquisição e propagação os objetivos da ONU para o bem comum acadêmico e da comunidade ao seu entorno de forma geral. A Universidade de São Paulo (USP) é a 48º universidade do mundo mais comprometida com os ODS, segundo o Times Higher Education (THE) em 2021 que avalia quais instituições cumprem com as metas em termos de pesquisa, divulgação e governança (CRUZ,2021).

Nas palavras de Vahan Agopyan, reitor da instituição:

“As universidades do mundo todo têm se preocupado cada vez mais em mostrar a importância de seu impacto no contexto social e para a formulação de políticas públicas. O ranking do THE é uma iniciativa muito importante nesse sentido e o grande aumento da participação das universidades na avaliação deste ano expõe a inquietação das instituições em apresentar seus investimentos para fomentar os 17 ODS da ONU”.

A Agenda 2030 funda-se a partir de objetivos e metas que visam o alcance de pontos fundamentais que norteiem as ações governamentais e desenvolvam, desde suas planificações, ações de garantia e busca de efetivação, como definidas por seu texto (ZEIFERT *et al.*,2020). Além disso, conta com o apoio da sociedade civil e academia para fazer cumprir e tornar mais próxima da realidade tais práticas, bem como mais célere. É mister citar que essa luta não compete apenas a órgão que tratam de questões relativa aos Direitos Humanos; isso é a parte da sociedade como um todo e também de a academia. Dessa forma, a discussão nas áreas de exatas, engenharias e ciências da saúde é fulcral e corrobora com os pilares das instituições públicas de ensino brasileiras.

3.3. ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular, conceito intimamente relacionado com a sustentabilidade, favorece uma sociedade mais eficiente no uso dos bens e que utilize como recursos aqueles resíduos que não possam ser evitados, sempre que seja técnica e economicamente possível (CIRCULAR,2017). Nessa abordagem, o conceito de Economia Circular trabalha para que os processos

industrializados internalizem soluções efetivas, mas que, sejam capazes de promover o engajamento de pessoas e governos com a promoção de políticas públicas, investimentos em pesquisas e a difusão da necessidade de uma profunda mudança de comportamento social no consumo de bens duráveis e não duráveis (ABDALLA; SAMPAIO, 2018).

De acordo com Cosenza *et al.* (2020), o modelo econômico não contribui para a promoção de um futuro sustentável, já que a economia funciona de forma linear (extração, produção, consumo e resíduos), resultando no uso excessivo dos recursos naturais em um ritmo mais acelerado do que sua capacidade de regeneração, em uma ponta, e na geração de montanhas de resíduos urbanos, na outra. Diante disso, tornou-se insustentável a propagação dos antigos modelos de produção lineares e surge o termo economia circular que propõe uma mudança comportamental na maneira de consumir e utilizar os recursos naturais e resíduos, pois o modelo econômico vigente nos dias de hoje não é mais sustentável (STEFFEN *et al.*, 2015).

Nas palavras de Alves (2019):

Manter a mente aberta é fundamental para encontrar novas formas de pensar soluções no sentido de praticar uma economia mais independente do uso incessante de recursos naturais. A economia circular justamente quebra paradigmas ao trabalhar com a ideia de abundância, ultrapassando o pensamento da economia tradicional, cujas práticas levam à escassez dos recursos naturais. A economia circular visa o aproveitamento máximo dos recursos que já fazem parte do processo produtivo, utilizando sistemas industriais de forma integrada, aproveitando ao máximo os materiais, no que diz respeito aos nutrientes técnicos ou biológicos, restaurando-os e regenerando-os.

Um outro ponto relevante da discussão que envolve a economia circular é o que trata dos resíduos sólidos gerados pelas produtoras de todas as áreas. Nesse ponto, Santana *et al.* (2021), que com o crescimento da quantidade de resíduos descartados diariamente e visando um melhor aproveitamento dos recursos naturais, surge o conceito de economia circular, no qual a visão cíclica da matéria sobrepõe o paradigma da produção linear, havendo, assim, reaproveitamento e reciclagem dos produtos. Além disso, o conceito de bioeconomia tem ganhado destaque por tratar-se de uma metodologia de produção baseada em processos biológicos, sendo mais sustentável e benéfica em relação à economia baseada em recursos finitos. Sendo assim, a

bioeconomia circular propõe-se a produzir bens a partir de biomassa e a utilização dos mesmos de uma forma circular, a fim de manter o equilíbrio ecológico.

Conforme foi exposto no Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e meio ambiente de 2016: os resíduos sólidos têm grande diversidade de definição, variando de acordo com a localização e contexto no qual estão inseridos. Sua definição varia, principalmente, a partir de seu escopo de gestão, podendo ser classificados de diversas formas. Segundo a definição dada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010) em seu artigo 3º, inciso XVI:

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível

A PNRS abordar previsões acerca da prevenção e redução na geração de resíduos e corrobora com a prática de hábitos consumistas mais sustentáveis, além de concordar com o ciclo de reciclagem e de reuso daqueles e defender uma ideia de descarte ambientalmente adequado dos rejeitos (ANDRADE, 2010), em outras palavras, a Lei 12.305/1º vai ao encontro do núcleo conceitual do que vem a ser economia circular e suas nuances.

Sobre tal questão, a narrativa apresentada no ENGEMA (2016), expôs:

Tendo em vista que as destinações atuais não são capazes de solucionar satisfatoriamente os problemas ambientais relacionados aos resíduos sólidos, existe a necessidade de encontrar não apenas alternativas de disposição final, mas opções que considerem o problema dos resíduos de forma sistêmica e que englobem o modelo produtivo como um todo. Uma das soluções que visa a reestruturação do modelo produtivo é a Economia Circular. A Economia Circular propõe, em linhas gerais, a reinserção dos materiais no ciclo produtivo, visando minimizar a deposição no ambiente e consequentemente evitando a geração de impactos ambientais negativos. O fechamento de ciclos proposto pela Economia Circular já foi adotado em diversos processos produtivos, com crescente documentação na literatura científica, e vem estabelecendo-se progressivamente como modelo de gestão ambiental. Entretanto, a consolidação da Economia Circular como modelo para gestão de resíduos sólidos depende da avaliação a

respeito da eficiência econômica e ambiental das experiências documentadas, o que contribui para o estabelecimento de parâmetros para comparação com outras soluções de gestão.

Dessa forma, se considerarmos, por exemplo, a extração de água resultante da indústria de óleo e gás que em sua composição apresenta hidrocarbonetos e produtos químicos que requerem tratamento. Cerca de 250 milhões de barris desse efluente por dia, ou seja, 40% são introduzidos no meio ambiente, representando uma ameaça ambiental devido aos contaminantes presentes (IGUNNU, 2014). Portanto, é de extrema importância e interesse econômico e social que sejam aplicados processos de tratamento antes do descarte, reduzindo seu impacto ambiental e possibilitando o reaproveitamento para outros fins que não necessitem de alto grau de tratamento (SANTANA *et al.*, 2021). Se posta como resíduo, a água com essas características pode acarretar danos à saúde do meio em que seja descartada, visto que em composição há nitrogênio, carbono orgânico dissolvido, fósforo, metais pesados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (IGUNNU, 2014), popularmente conhecidos por HPAs.

É nesse contexto de produção e conscientização industrial que surge a aplicação da Ecologia Industrial. Definida como sendo a promoção da produção e do consumo sustentável por Van Berkel *et al.* (1997), tem como objetivo equilibrar o crescimento da produção industrial com a aquisição de rotas sustentáveis dos recursos naturais incluindo energia, materiais e a capacidade de o meio ambiente assimilar (absorver) os resíduos e gerar serviços de valor agregado. Por exemplo, retornando ao exemplo posto no parágrafo anterior sobre a extração de água advinda de poços, embora sua composição contenha compostos com capacidade tóxicas e prejudicarem a vida ao seu entorno, a existência de nutrientes como carbono, nitrogênio e fósforo constituem elementos importantes para o cultivo da biomassa (IGUNNU, 2014). Logo, a água produzida pode servir como meio de cultivo para microalgas e, além do tratamento desta, prover insumos para produção de biomassa, que pode ser transformada em produtos de alto valor (DAS, 2019) e não constitui meio de paralisação do processo, corroborando, dessa forma para os conceitos da EC e mostrando ser rentável seus ideais de produção em alta escala, pois a ecologia

industrial é um modelo teórico amplo e holístico para guiar a transformação do sistema industrial de forma sustentável (LOWE; EVANS, 1995 apud D'AQUINO; PRÁ; GOULART; CAMPOS; MIGUEL, 2014)

Destarte, cumpre pontuar que esses conceitos não são exclusivos de uma linha produtiva específica. Eles avançam, se desenvolvem e devem ser adotados em qualquer atividade produtiva com vistas a durabilidade e reciclagem (ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2016). E de acordo com o estudo desenvolvido por Bonciu (2014), aí mora a principal diferença entre a EC e EL, pois na primeira existe uma rotatividade de produtos e circulação de serviços e processos industriais que são desenvolvidos com esse propósito cíclico vital e de maior duração, trazendo a possibilidade de reparação, atualização e restauração.

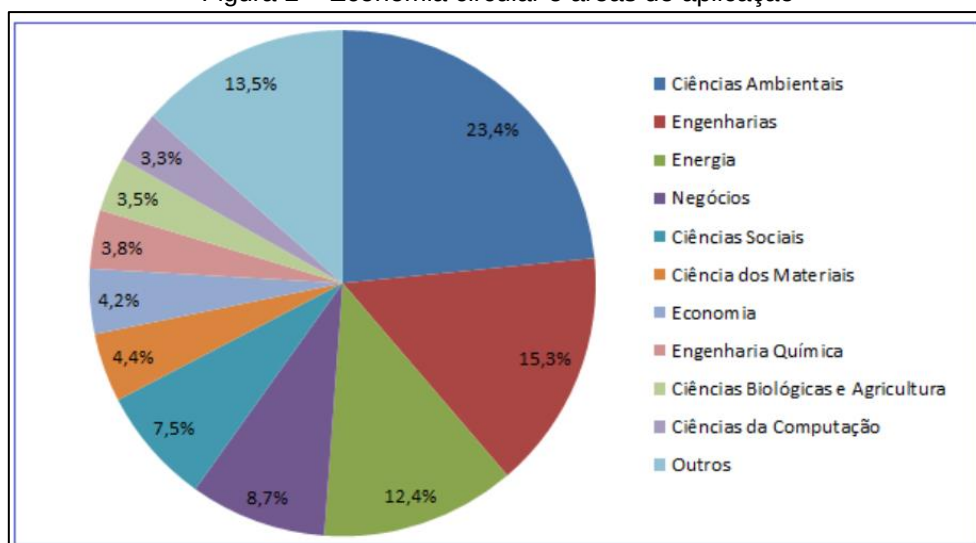
Além disso, na fase de design de produtos e serviços deve-se levar em conta que quando seu ciclo de vida acabar, eles serão recursos produtivos para outras indústrias (Bonciu, 2014). A operacionalização da Economia Circular requererá uma extensa rede de relações e colaboração entre as companhias de diferentes setores econômicos e entre empresas e consumidores (Bonciu, 2014). Esse aspecto também sinaliza que a Economia Circular requererá mudanças na educação, valores e comportamentos de produtores e consumidores.

A aplicabilidade da economia circular envolve diversas áreas do conhecimento, desde as ciências humanas, naturais, exatas e engenharias. Dentro do campo da engenharia certamente a que maior possui aplicação e desenvolvimento do termo é a Engenharia de Produção. No entanto, como mostra o gráfico na Figura 1 a seguir, a Engenharia Química constitui 3,8% de parcela de usabilidade do termo fora da grande área das engenharias. Esse baixo percentual nos mostra que ainda há muito a ser estudado, explorado e praticado dentro viés econômico e produtivo na área química. Ainda é importante pontuar que processos como os de destilarias que envolvem grandes torres de destilação é grande utilidade para tal uso do pensamento circular além de outros campos.

No entanto, não existe país desenvolvido sem um PIB químico pujante e não existe Economia Circular sustentável sem um setor químico consciente

que olhe para o futuro que queremos (FERREIRA *et al.*, 2017), pois boa parte de produtos que usamos hoje necessita de matéria-prima advinda de fontes esgotáveis, a exemplo do petróleo, gás natural, carvão mineral, entre outros. Logo, inovar quimicamente e de forma sustentável cumpre com as reais necessidades da humanidade hoje e amanhã.

Figura 2 – Economia circular e áreas de aplicação



Fonte: Base Scopus apud Fabris, Sabbadini, Costa e Costa (2020)

Outro exemplo são os produtos feitos de recursos renováveis, como bioplásticos ou biocombustíveis. Muitas vezes são considerados “verdes” e “amigos do ambiente”, mas não são necessariamente sustentáveis ou melhores para o meio ambiente. Se uma análise do ciclo de vida mostra que são necessários muitos recursos para produzi-los, energia para fabricá-los e enviá-los para você, e se não houver uma maneira adequada de descartar o produto, então ele não é considerado sustentável (VERDADES SUSTENTÁVEIS, 2021).

A produção de safras para biocombustíveis pode incluir agricultura intensiva, e o subsequente uso de fertilizantes degradaria o habitat terrestre e os ecossistemas de água doce. A compostagem de bioplásticos frequentemente requer aquecimento industrial a uma temperatura alta o suficiente para permitir que os micróbios os decomponham (VERDADES SUSTENTÁVEIS, 2021).

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo foi elaborado com base nos conceitos da metodologia *survey* que consiste é uma forma de tratar e analisar dados de pesquisa qualitativa estatisticamente.

A pesquisa foi feita com estudantes e egressos do curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba. Para um melhor tratamento dos dados, os pesquisados foram divididos em 3 grupos: o primeiro grupo constituído por ingressantes do primeiro nível do curso até estudantes do terceiro nível, o segundo grupo foi formado pelos alunos com perfil de concluintes e aqui foi considerado nesse status aqueles cursantes entre o sétimo e décimo nível. Por último, veio o grupo dos egressos, ou seja, alunos que não possui mais vínculo com o curso de Eng. Química – UFPB, seja por tê-lo concluído, ou por ter desistido ou até trancado por um período determinado.

Tabela 1 – Grupos envolvidos na pesquisa

Divisão dos grupos de pesquisados	
Grupo I	Ingressos e alunos dos 2º e 3º períodos
Grupo II	Concluintes
Grupo III	Egressos

Fonte: autoral (2021)

O objetivo da divisão dos grupos mostrados foi de mensurar e analisar de forma qualitativa a percepção de cada um deles, pois estão em fases diferentes em relação ao andamento no curso, logo apresentam visões e percepções diversas.

Foram analisadas 43 respostas, ou seja, 43 pessoas responderam ao questionário. Esse questionário foi desenvolvido via Google Forms, online e dividido em três seções. A primeira seção apresentava perguntas referentes ao perfil do pesquisado e conhecimentos acerca do tema do estudo de forma introdutiva. Já na seção 2, dividida em partes 1 e 2, eles respondiam questões

referentes aos conhecimentos específicos à sustentabilidade. Na parte 1, eles optavam por marcar as proposições que julgassem mais coerentes de acordo com uma escala que variava de 0 a 5. Os números dessa escala correspondiam, respectivamente a:

- 0 - Não sei opinar
- 1 - Não é importante / Não acho necessário/ Não acredito
- 2 - Às vezes é importante/ Às vezes é necessário
- 3 - Mediano
- 4 - Importante/ Necessário
- 5 - Muito importante/ Muito necessário/ acredito muito

Na sequência, na parte 2, eles foram questionados quanto a viabilidades de abordagens sustentáveis nas disciplinas cursadas ao longo da graduação para os egressos e concluintes e para os ingressantes, que irão cursar. Foi apresentado um rol de disciplinas que o autor da pesquisa julga pertinente à adesão das ideias de sustentabilidade. Aqui, o objetivo é fazer a captação da visão dos questionados. Esses, então, tiveram de optar entre as alternativas: **cabe, não cabe e não sei opinar**. Essa última foi inserida apenas no questionário rodado para o grupo I (ingressantes), pois por eles estarem ainda no ciclo básico composto em sua totalidade por disciplinas de Cálculos, Física e Química e outras pertinentes à formação inicial, suas respostas poderiam mostrar-se falhas e sem assertividade, o que poderia comprometer o tratamento qualitativo.

Tabela 2 – Rol das disciplinas escolhidas para análise

Disciplinas	Cabe	Não cabe	Não sei opinar
Bioengenharia I			
Bioengenharia II			
Estequiometria Industrial			
Fenômenos de Transporte I			
Fenômenos de Transporte II			
Fenômenos de Transporte III			
Operações Unitárias I			
Operações Unitárias II			
Operações Unitárias III			
Reatores Químicos I			
Reatores Químicos I			
Modelagem de Processos Químicos			
Introdução à Engenharia Química			
Instrumentação e Controle de Processos Químicos			
Projetos de Processos Químicos			
Seminário II – Educação Ambiental			

Fonte: autoral (2021)

Como posto, a Tabela 2 traz a lista das disciplinas selecionadas e postas à mostra para julgamento dos pesquisados. A visão deles nos questionários propostos era tal qual estar explicito acima. Lembrando que a terceira coluna foi apresentada apenas ao questionário relativo ao grupo I. Os questionários dos grupos II e III apresentaram apenas as colunas primeira e segunda, pois eles têm total condições de responderem as proposituras.

A forma de divulgação dos questionários deu-se exclusivamente de forma online e remota, visto as atuais condições de trabalho da universidade em

decorrência dos protocolos de biossegurança da COVID-19. Houve divulgação via e-mail oficial da coordenação do curso de Engenharia Química da UFPB, via grupos oficiais de diversas disciplinas, houve participação do estudante-autor na aula de Metodologia do Trabalho Científico, ministrada no primeiro, para apresentar a ideia aos novatos e solicitar suas participações.

Por tudo, a adesão consistiu em sua maioria vinda do público egresso, seguido dos concluintes e dos ingressantes, constituindo, respectivamente, 41,18%, 31,37% e 27,45%.

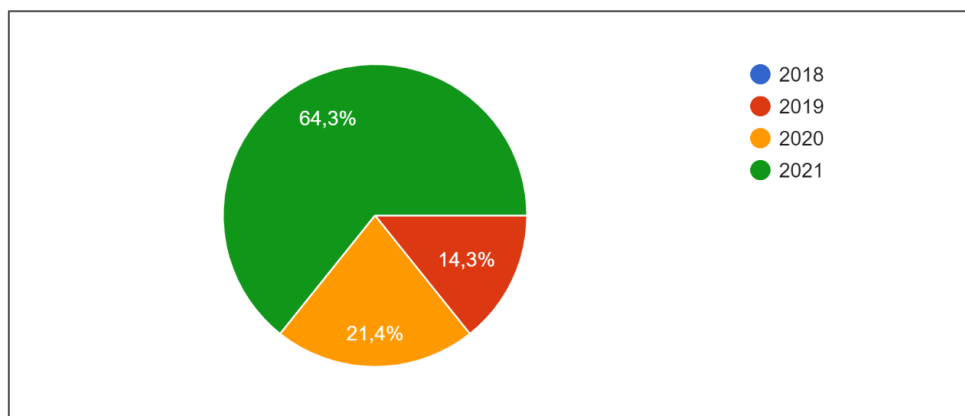
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. GRUPO 1

Conforme a Tabela 1, esse grupo é composto por estudante do primeiro período ao terceiro. Dito isso, em vários momentos a menção a esse grupo poderá ser feita pelos sinônimos grupo 1 ou G1.

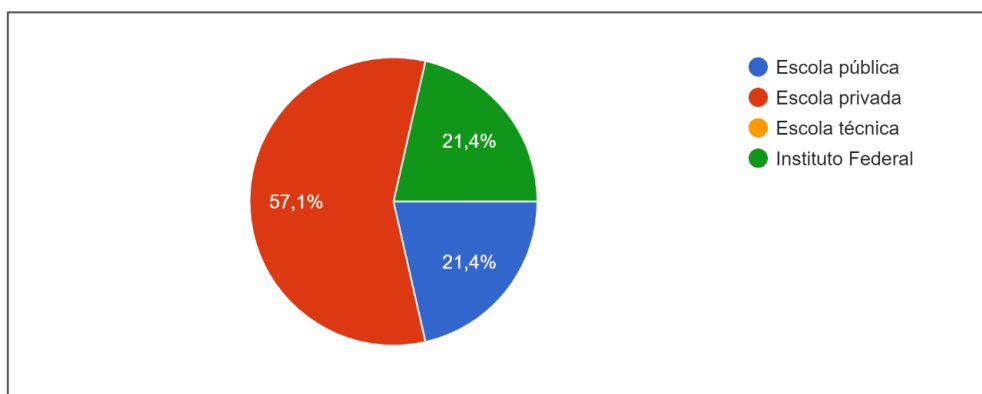
Em sua totalidade, o perfil os colaboradores desse grupo correspondem aos feras, ou seja, ingressantes neste ano de 2021 (estão cursando o nível 1), seguido das cursantes do nível 2 e 3. Ademais, em sua totalidade, cerca de 57,1%, são oriundos de escolas privadas e os 43% são divididos entre aqueles que vieram de rede pública de ensino e dos institutos federais, vide Gráfico 2. O gráfico abaixo nos mostra tal relação.

Figura 3 – Perfil do pesquisado do grupo 1



Fonte: autoral (2021)

Figura 4 – Dados do EM dos pesquisados do grupo 1



Fonte: autoral (2021)

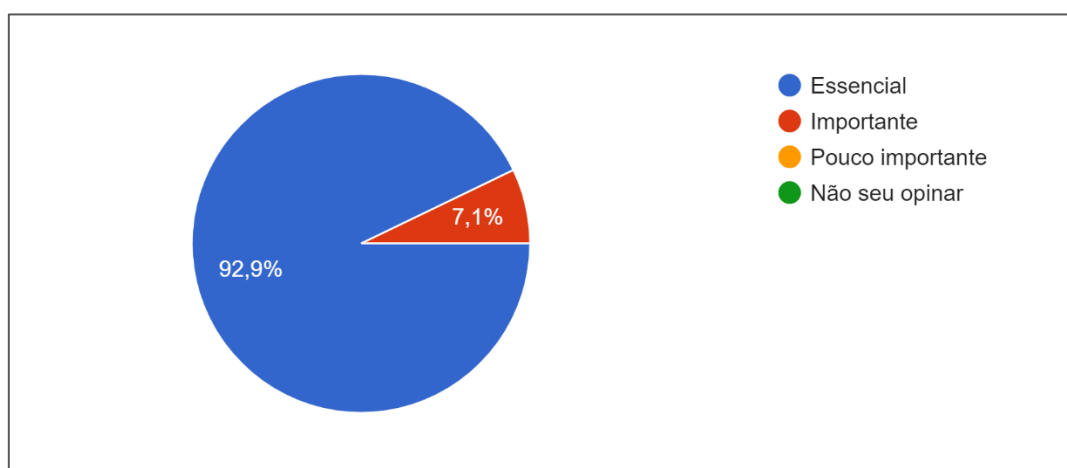
Os dados podem parecer irrelevantes, mas eles são de mais valia, uma vez que os conhecimentos desses alunos acerca de temática central deste estudo têm muito a ver com sua vida pregressa à universidade. Diante disso, na primeira parte, eles foram questionados quanto as seguintes proposituras:

- *Você já ouviu falar de sustentabilidade?*
- *Ouviu falar onde?*
- *Você acredita que adoção de disciplinas sustentáveis ainda durante a graduação surte efeitos positivos no mercado?*
- *Você acredita que adoção de disciplinas sustentáveis ainda durante a graduação surta efeitos positivos na formação profissional?*
- *Você já ouviu falar em sustentabilidade na Engenharia Química?*

Para as quatro primeiras perguntas as respostas e foram unânimes entre os oriundos da rede privada, pública estadual e federal, correspondendo a 100%. Todos eles já ouviram falar do tema no Ensino Médio, todos acreditam que a adoção de disciplinas com viés sustentável surte efeitos positivos para a formação deles e consequentemente no mercado também. Porém, as opiniões dividiram-se quanto a última questão que apresentou um eixo mais específico voltado pra Engenharia Química. Nessa parte, 64,3% responderam que SIM e 35,7% NÃO. Os dados podem apresentar várias interpretações, contudo, uma que apresenta mais peso é que determinadas engenharia não dão o enfoque necessário a questão sustentável como deveriam.

Na sequência, quando questionados sobre o que eles pensavam sobre adotar sustentabilidade em processos químicos e industriais, a divisão de opiniões mostrou-se mais acentuada e com resultado favorável a essa prática nos processos citados (Gráfico 3 apresentado na Figura 5).

Figura 5 – Adoção da sustentabilidade em processos do ponto de vista do grupo 1



Fonte: autoral (2021)

Conforme mostra o gráfico 3, 92,9% são a favor de buscar por processos menos agressivos. Vê-se a legenda que havia 4 opções: **essencial, importante, pouco importante e não sei opinar**. A maioria esmagadora julgou essencial e a minoria julgou como importante.

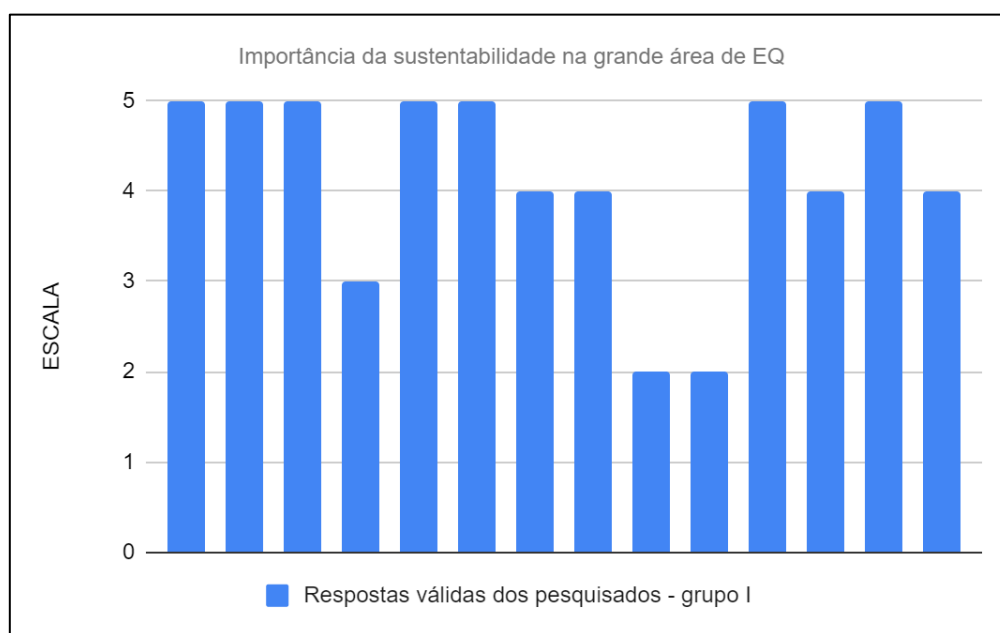
5.1.1. Importância para a grande área da Engenharia Química

Quando falamos na grande área de atuação do profissional engenheiro químico estamos indo além dos muros de uma instituição de ensino superior, isso porque as instituições não conseguem, em sua totalidade, abordar todas as vertentes e competências da área. Cada IES apresenta sua cultura de ensino e suas especificações. Há aquelas que focam mais na parte industrial e há aquelas que apresentam um viés voltado mais ao lado da docência. Sendo assim, somente no exercício de suas atividades laborais, o engenheiro químico, irá focar em uma área específica.

Segundo o portal de Engenharia Química da Universidade Federal do Goiás, a grande área da Engenharia Química aborda partes como: Projetos, Produção, Processos Químicos, Pesquisa e Desenvolvimento, Higiene/Segurança/Meio Ambiente, Comercial, Relações Humanas, Treinamento e Recrutamento Política, Docência – ensino, pesquisa e extensão e Informática Industrial (UNIVERSIDADE FEDERAL DO GOIAS, 2021). Nesse

contexto, o G1 quando questionado quanto a importância da sustentabilidade para a grande área da Engenharia Química, se posicionaram de acordo com o resultado do gráfico 4.

Figura 6 – importância da sustentabilidade para a grande área da Engenharia Química do ponto de vista do grupo 1



Fonte: autoral (2021)

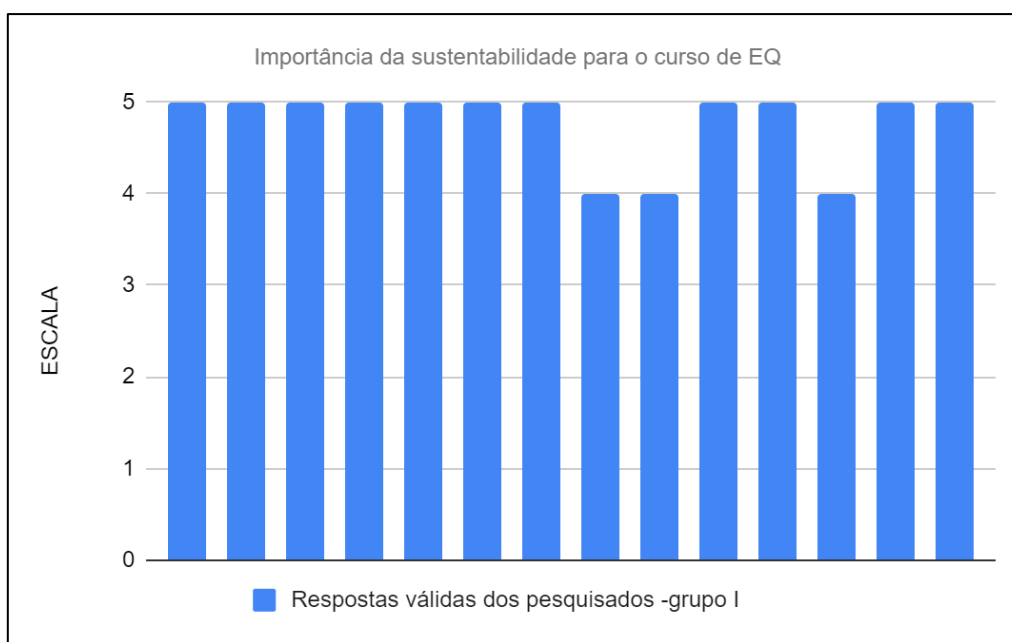
De forma geral, do ponto de vista deles, vê-se que é visto com algo importante, pois a maioria das respostas atingiram o conceito máximo proposto. Ainda houve algumas respostas com conceito 2; para essas pessoas a sustentabilidade não se apresenta com tamanha importância em comparação as demais respostas. Para melhor compreensão, as colunas azuis representam, cada uma, um pesquisado e, ao lado, a escala de 0 a 5, corresponde ao grau de importância dado a questão proposta.

5.1.2. Importância para o curso de Engenharia Química

Agora, quando se fala em importância para o curso, voltamos para dentro dos muros das universidades e instituições de ensino. Diferente da análise anterior, aqui, pontuamos uma escala mais reduzida e dentro do âmbito

acadêmico. Nessa análise, os resultados mostraram-se semelhantes ao anterior, porém mais positivo. Tal qual, no último gráfico, aqui, cada coluna azul representa um pesquisado, vide explicação no último parágrafo desenvolvido.

Figura 7 – Importância da sustentabilidade para o curso de Engenharia Química do ponto de vista do grupo 1



Fonte: autoral (2021)

Importante pontuar que a colocação dos termos ***importância para a grande área de engenharia química*** e ***importância para o curso de engenharia química*** não constitui erro de criação e foram posto de maneira intencional com fito de verificar o grau de relevância do ponto de vistas dos pesquisados, pois como pontuado anteriormente, apresentam núcleos diferentes, visto que nem tudo que é importante para a grande área da engenharia em citação é necessário de exposição durante os cursos; ou que que todas as disciplinas estudadas durante o período de graduação serão de grande utilidade prática e profissional para o mercado. Cada instituição apresenta seus componentes curriculares e propostas pedagógicas com enfoques diferentes para atender as necessidades locais ou regionais para os quais foram programados.

5.1.3. Disciplinas que cabem abordagem sustentáveis

Apesar deste grupo ainda se encontrar no ciclo básico da graduação e não terem acesso a disciplinas mais técnicas e específicas, eles foram questionados quando a viabilidade do cabimento ou não de abordagens sustentáveis em grupo seletivo de matérias que eles se depararão nos próximos períodos. Esse grupo de disciplinas encontra-se disposto na Tabela 2 anteriormente exposta.

Diante disso, as que eles julgaram mais cabíveis de receber tais abordagens, mesmo não as conhecendo e considerando que os mesmos não possuem conhecimento acerca do conteúdo estudado naquelas, foram Bioengenharia I e II, Projeto de Processos Químicos, Instrumentação e Controle de Processos e Seminário II – Educação Ambiental. As duas primeiras, apresentam o termo “BIO” em seus prefixos e isso, por si só, já transmite uma ideia de preservação, biologia e sustentabilidade, visto que do latim esse prefixo significa vida. Então, tal associação os levou a votar nas Bioengenharia I e II como as mais pertinentes. Na mesma ideia, vem a grande aquisição à disciplina de Seminário II – Educação Ambiental. O termo educação ambiental estar total integrado a prática sustentáveis, pois é uma das premissas para que elas sejam mais bem vistas e também mais valoradas diante dos atuais padrões de vida da sociedade capitalista.

Na sequência, Instrumentação e Controle de Processos e Projeto de Processos Químicos, receberam votos positivos. Novamente, vê-se que disciplinas com nomes que remetam a alguma ideia de sustentabilidade foram suficientes para que as pessoas desse grupo apostarem nelas como boas receptivas das práticas sustentáveis. Ainda, a ideia de projeção imposta pelo segundo nome em Projeto de Processos Químicos certamente levou ao induzimento dos participantes desse grupo. E eles não estão errados, pois tal disciplinas é bastante pertinente para receber e propagar esse ideal de sustentabilidade, pois nesse componente, os cursantes, irão desenvolver projetos e simulações acerca de plantas químicas e seus correspondentes processos. E é sabido que a depender do processo de trabalho, a unidade

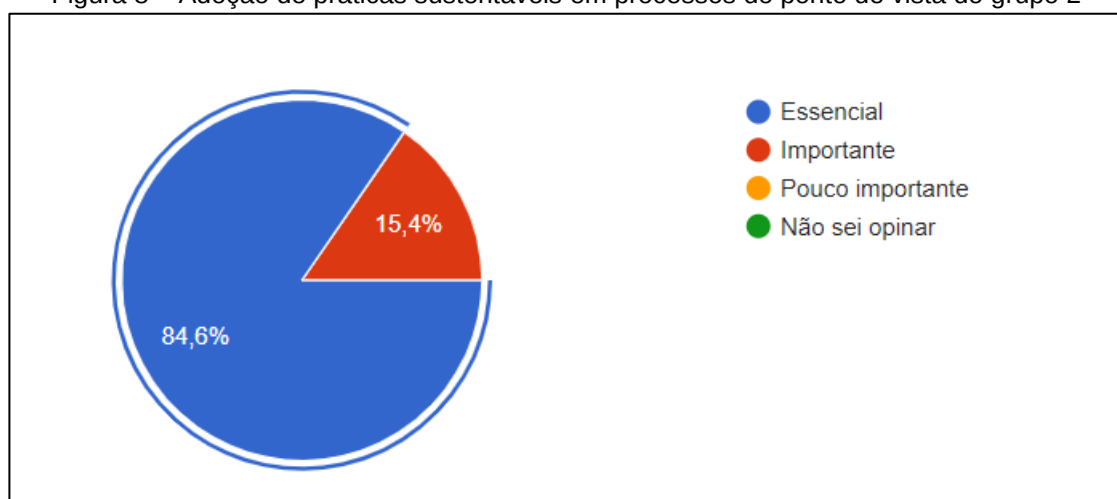
produtora, vai precisar apresentar plano de cuidados e tratamentos de resíduos para não agredir o meio ambiente a sua volta.

5.2. GRUPO 2

Conforme a Tabela 1, este grupo é composto pelos concluintes e, por isso, diferente das respostas apresentadas na seção anterior, aqui, elas podem se mostrar mais assertivas, pois os participantes estão em fase final e têm mais vivência se comparado ao grupo 1. A começar que das respostas registradas, por unanimidade, 100% creem em processos produtivos de cunho sustentável, 84,6% já tiveram experiência de estágio e desses, 53,8% expuseram ter tido contato com práticas de sustentabilidade em seus locais de trabalho. Ou seja, este grupo, apresenta visão prática e profissional da temática.

A título comparativo, tal qual no grupo 1, aqui, eles também foram questionados acerca da usabilidade de práticas sustentáveis em processos industriais e químicos. Da mesma forma da última seção, eles teriam que julga em **essencial, importante, pouco importante, não sei opinar**. Diferente do que foi exposto no gráfico 3, aqui, a resposta positiva foi um tanto menor, porém correspondeu a sua maioria também.

Figura 8 – Adoção de práticas sustentáveis em processos do ponto de vista do grupo 2

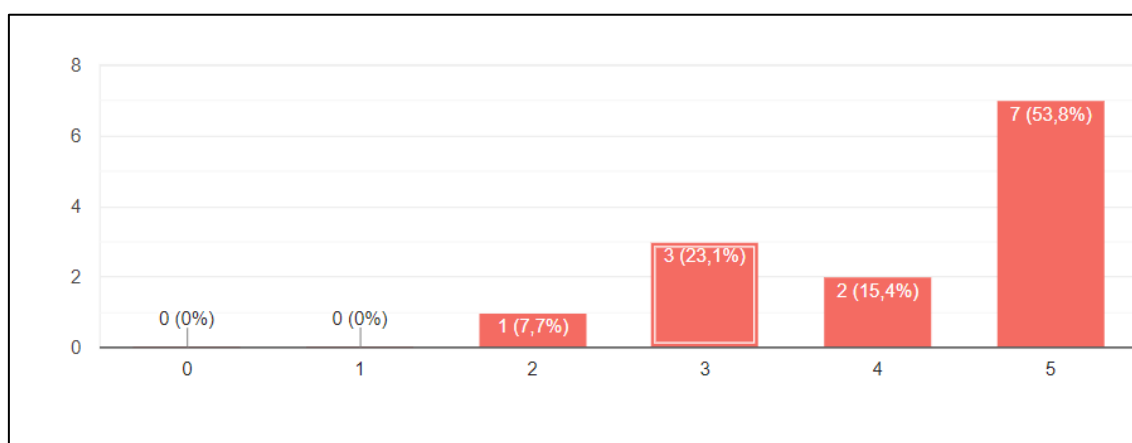


Fonte: autoral (2021)

Percebe-se, que nesta análise, também não houve respostas marcando o grau de pouca importância. Dessa forma, concluímos que os estudantes que já tiveram vivência e experiência profissionais veem importância na adoção da sustentabilidade para o meio da engenharia química, sobretudo no que remete aos processos industriais e químicos. Outra inferência que tiramos, é a de que os componentes do grupo 1, embora novatos na graduação e sem experiência, já sentem e tem consciência dessa real necessidade.

Dentro dessa perspectiva uma outra questão abordada para o grupo 2 foi quanto eles creem que abordar e inserir disciplinas sustentáveis durante a graduação de engenharia química apresente um resultado positivo no mercado. O resultado a esse questionamento apresentou a mesma métrica do gráfico anterior. Em outras palavras, 84,6% acreditam nesse efeito e apenas 15,4% desacreditam disso. As justificativas apresentadas pelos próprios questionados para esse percentual gira em torno dos princípios básicos dos eixos da sustentabilidade. Eles apontaram a importância de se ter noções mínimas dos reais impactos negativos e positivos que os processos industriais podem causar para seu entorno e para o meio ambiente em geral. Ainda, falaram, na responsabilidade para com as próximas gerações e que tais medidas durante o curso corroboram para o despertar acadêmico e profissional do futuro engenheiro químico.

Figura 9 – Crença na inclusão de disciplinas de cunho sustentável durante a graduação do ponto de vista do grupo 2



Fonte: autoral (2021)

Dessa forma, a partir da discussão anterior e da análise gráfica, vê-se em sua maioria, os voluntários da pesquisa atribuíram importância de grau 5 a questão proposta a eles. Na escala apresentada neste trabalho, 5 é a maior pontuação, ou seja, 53,8% dos colaboradores acreditam ser importante a inclusão de disciplinas com cunho sustentável à grade curricular de engenharia química com vistas a formar profissionais mais atualizados e sustentáveis.

A título comparativo, aqui também se questionou os concluintes quanto ao grau de importância, do ponto de vista deles, da sustentabilidade para a grande área da Engenharia Química e para o curso de graduação como bem posto nas seções anteriores 5.1.1. e 5.1.2. De forma positiva, para o âmbito acadêmico, 69,2% dos concluintes deram importância grau 5; 23,1% julgaram como grau 4 e apenas 7,7% como grau 2.

Por outro lado, as porcentagens de adesão, apresentaram variações quando julgadas para a grande área da Engenharia Química. Aqui, 76,9% pontuaram como grau de importância 5 essa aquisição; 15,4% como importância grau 4 e 7,7% como importância grau 1. Desses dados, a inferência retirada é a de que se vê necessário a propagação desses termos ainda durante a academia, porém, do ponto de vista deles e de suas vivências, que elas são bem mais necessárias na prática para as outras vertentes que contempla a grande da engenharia química.

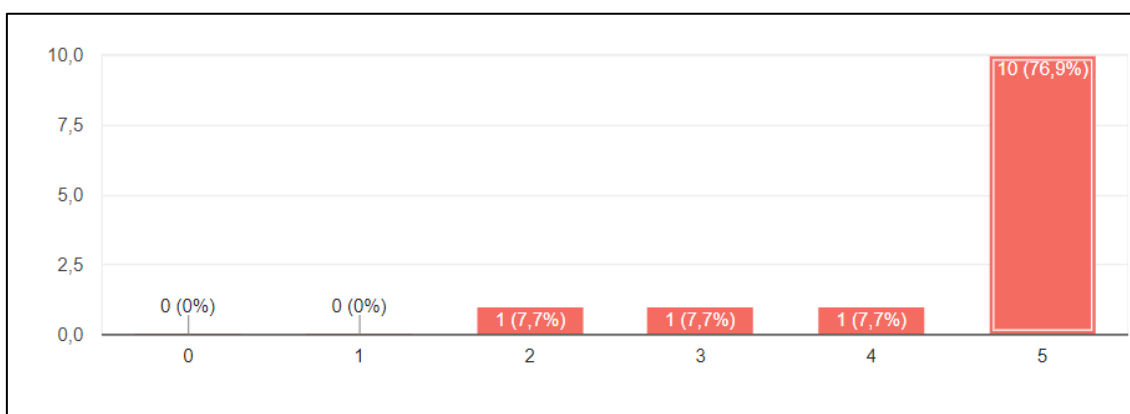
Tabela 3 – Escala de pontuação

0	Não sei opinar
1	Não é importante / Não acho necessário/ Não acredito
2	Às vezes é importante/ Às vezes é necessário
3	Mediano
4	Importante/ Necessário
5	Muito importante/ Muito necessário/ acredito muito

Fonte: autoral (2021)

Consoante a discussão do último parágrafo, no que tange sobretudo à grande área de engenharia química e aos processos industriais, os colaboradores deste grupo, apostam que assim como o contato dentro dos muros das instituições de ensino, fora delas também se faz necessário. Eles julgaram de grande viabilidade ter contato com esses ideais em suas experiências de estágios e trabalhos profissionais.

Figura 10 – Crença em ter contato com empresas que propagem a sustentabilidade do ponto de vista do grupo 2



Fonte: autoral (2021)

Esse pensamento se confirma a partir do momento em que ingressar em um ambiente corporativo, o estagiário ou trainee ou engenheiro, precisa estar em consonância com as diretrizes, valores e pilares daquela empresa. Então, se uma empresa apresenta a sustentabilidade como um de seus pilares, por exemplo, as práticas sustentáveis estarão presentes no dia a dia da instituição e dessa forma seus membros serão conduzidos e introduzidos a tal cultura.

Dentro dessa visão, Voltolini (2008), comenta sobre a abordagem supracitada:

“Uma empresa sustentável é, por essa razão, essencialmente educadora. Que educa para valores, com o propósito de legitimar coletivamente as crenças socioambientais que orientam a sua atuação ou de compartilhar a sua visão de que é possível conduzir os negócios de um jeito mais ético, transparente e respeitoso. Pesquisas recentes mostram, por exemplo, que funcionários se sentem mais motivados trabalhando em corporações socioambientalmente responsáveis, porque veem mais significados em sua atividade. Os clientes, por sua vez, começam a preferir as mais éticas, mais humanizadas, que pensam e agem como eles. A empresa também educa para a prática. E o faz para conferir clareza à sua política, apresentar objetivos, metas

e indicadores que possibilitem aos colaboradores enxergar a sustentabilidade no contexto do negócio e encaixá-la no cotidiano de suas atividades, mensurá-la a partir de padrões de medida comuns e analisar os seus resultados para a empresa.”

5.2.1. Disciplinas que cabem ou não abordagens sustentáveis

Diferente do grupo anterior, o grupo 2 têm vivência e já estar na reta final do curso. Então, espera-se que o resultado das proposituras, aqui, apresente uma abordagem mais assertiva se comparada as respostas dadas as mesmas na seção anterior. As disciplinas pontuadas foram as mesmas para todos os grupos e encontram-se dispostas na Tabela 2.

Sendo assim, as respostas apresentadas pelos concluintes diferem um tanto daquelas apresentadas pelos ingressantes, por óbvio. Enquanto a dispersão do grupo 1 apresentou-se incerta e mais voltadas para uma interpretação a partir dos nomes dados às disciplinas, o grupo 2, por ter passado por todas, apresenta suas ponderações baseadas em fatos e perspectivas pessoais deles e também em conteúdo abordados ao longo dos cursos semestrais. Dessa forma, suas objeções apresentam-se mais uniformes.

As disciplinas que eles julgaram mais cabíveis de receber ideias e práticas sustentáveis foram, respectivamente: Bioengenharias I e II, Operações Unitárias I, Reatores Químicos I e II, Projeto de Processos Químicos e Seminários II – Educação Ambiental. Veja, que dessas 7, 4 foram as mais votadas pelo grupo dos ingressantes. Na sequência, segundo os colaboradores concluintes, todas as demais matérias elencadas na Tabela 2 são suscetíveis a receber abordagens sustentáveis, porém com menos relevância.

Em seguida, eles também pontuaram aquelas que apresentam menor aderência quanto a temática em questão e foram elas: Fenômenos de Transporte I, II e III, Estequiometria Industrial e Instrumentação e Controle de Processos Químicos.

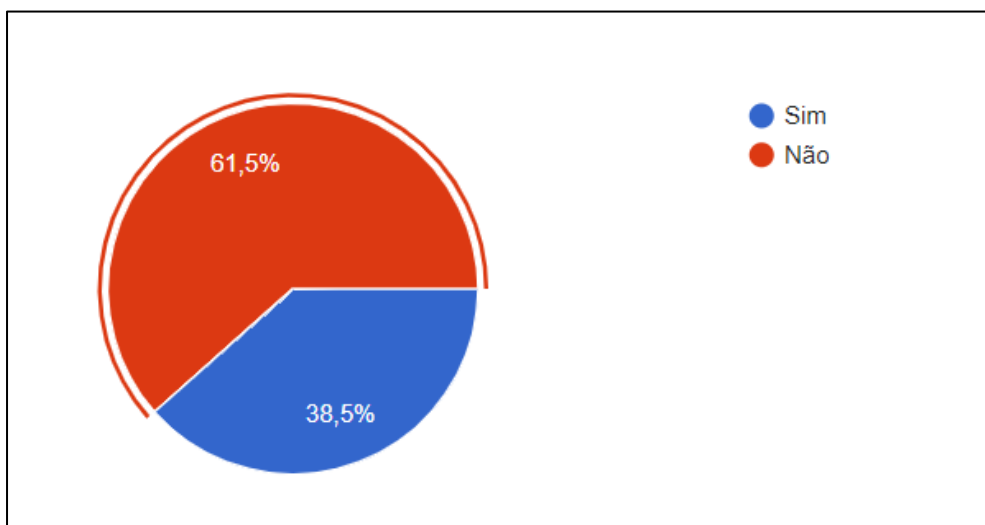
5.2.2. Disciplinas que houve ou não abordagem sustentáveis

Este tópico não se fez presente no questionário divulgado para os membros integrantes do grupo porque eles se encontram ainda no ciclo, logo não se seria viável esse tipo de análise lá, pois queremos resultados em torno das disciplinas já cursadas no Centro de Tecnologia, ou seja, ciclo técnico. Portanto, a comparação girará em torno dos concluintes e dos egressos. Nessa análise, eles precisaram julgar entre os parâmetros de frequência estipulados que foram: ***nunca, com pouca frequência, com certa frequência e frequentemente.***

De acordo com os finalistas do curso, em todas as disciplinas elencadas na Tabela 3, eles viram ***com pouca frequência*** abordagens de problemas e soluções desses que fossem baseados em ideias sustentáveis. Pontuaram também que ***com certa frequência*** ouviram desse ideal nas disciplinas de Bioengenharia I e II, Projeto de Processos Químicos e Seminários II – Educação Ambiental. Essa última, ainda, foi pontuada como a disciplina que ***frequentemente*** eles tiveram contato com a problemática. Ainda, componentes como Estequiometria Industrial, os Fenômenos I, II e III, as Operações Unitárias I, II e III entraram para a lista das que ***nunca*** se ouviu falar em sustentabilidade como forma de solucionar possíveis problemas vide gráfico no **Apêndice B**.

Por fim, quando questionados sobre o conhecimento de disciplinas lecionadas para outras engenharias que eles julgariam interessantes à engenharia química dentro do viés em discussão, mais de 60% pontuou que NÃO como mostra o gráfico a seguir.

Figura 11 – Disciplinas lecionadas em outras engenharias que poderiam ser integradas a engenharia química



Fonte: autoral (2021)

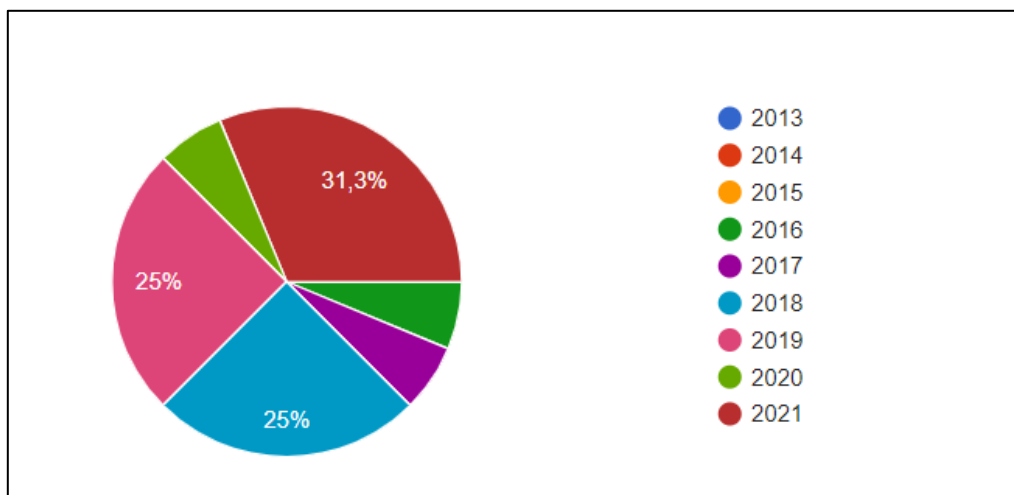
Esses quase 40% que apontaram SIM para a questão pontuara disciplinas tais como: Custo de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, Gestão de Riscos e Desastres Ambientais do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Dessa porcentagem, ainda, pode-se retirar que os estudantes não têm acesso ao conteúdo voltado para o lado sustentável com tanta facilidade e que não há um plano de integração entre as engenharias como forma multidisciplinar de ensino-aprendizagem de formação dos futuros profissionais, em outras palavras, não há uma cooperação e compartilhamento de ideias que possam ser coerentes para a formação comum de qualquer estudante de engenharia no que remete a sustentabilidade.

5.3. GRUPO 3

Este é o último grupo presente neste estudo. Aqui estão os alunos egressos, ou seja, aqueles que não mais possuem vínculo com o curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba, seja por motivo de conclusão desta etapa ou por desistência ou outro que seja. As análises aqui estão semelhantes aquelas feitas ao grupo 2 e pouco afastadas daquelas propostas ao grupo 1, no entanto, há correspondências entre os 3 grupos em alguns pontos. As respostas foram bastante divididas em diversos grupos de

egressos como mostra o gráfico a seguir, variando principalmente entres aqueles que se apartaram do curso entre os anos de 2016 a 2021.

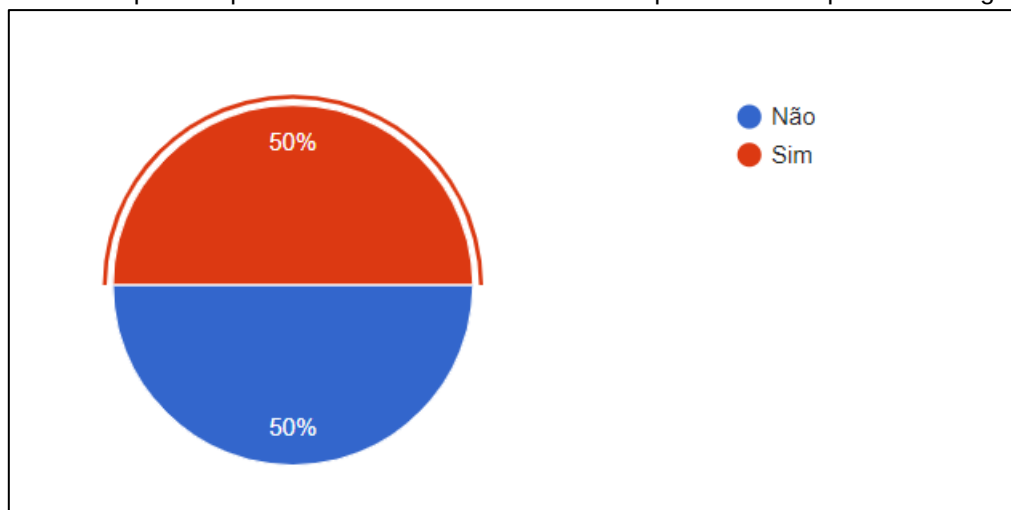
Figura 12 – Anos que os pesquisados se tornaram egressos



Fonte: autoral (2021)

Uma outra observação é que de todos que responderam ao questionário, todos, já ouviram falar em sustentabilidade, porém quando o comando da pergunta limitou à sustentabilidade na engenharia química, o percentual caiu de 100% para 80%; e 20% nunca ouviu falar dessa abordagem dentro do ramo da engenharia química. Outra análise de interesse é daqueles que trabalharam. Desses, 50% alegou que as empresas ou indústrias que eles atuaram valoriza ou valorizava a sustentabilidade. Os outros 50% pontuaram que seus locais de atuação não dispensam ou dispensavam atenção a essa questão.

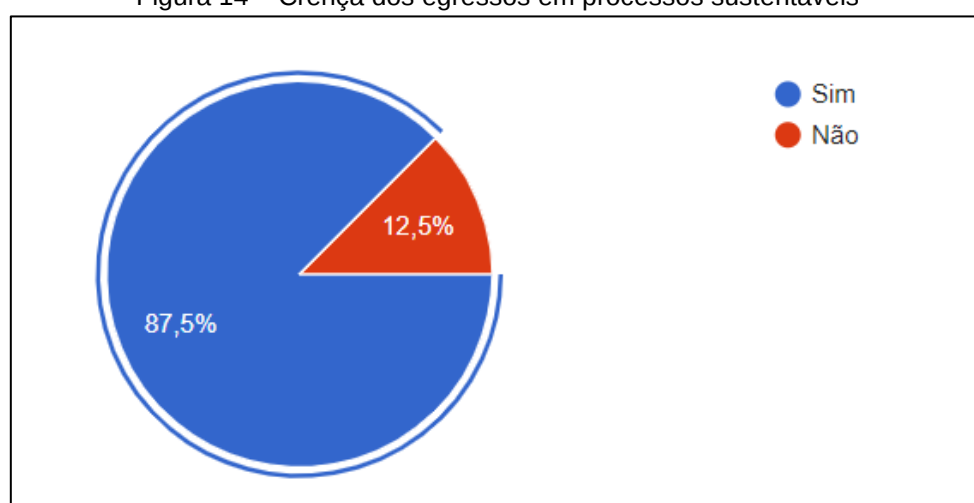
Figura 13 - Empresas que valorizam a sustentabilidade do ponto de vista prático dos egressos



Fonte: autoral (2021)

Consoante a discussão e perfil dos membros deste grupo, 81,3% comentaram saber o que são os ODS e 18,8% afirmaram não saber. Além disso, em sua totalidade, tal grupo, crer processos produtivos de cunho sustentável.

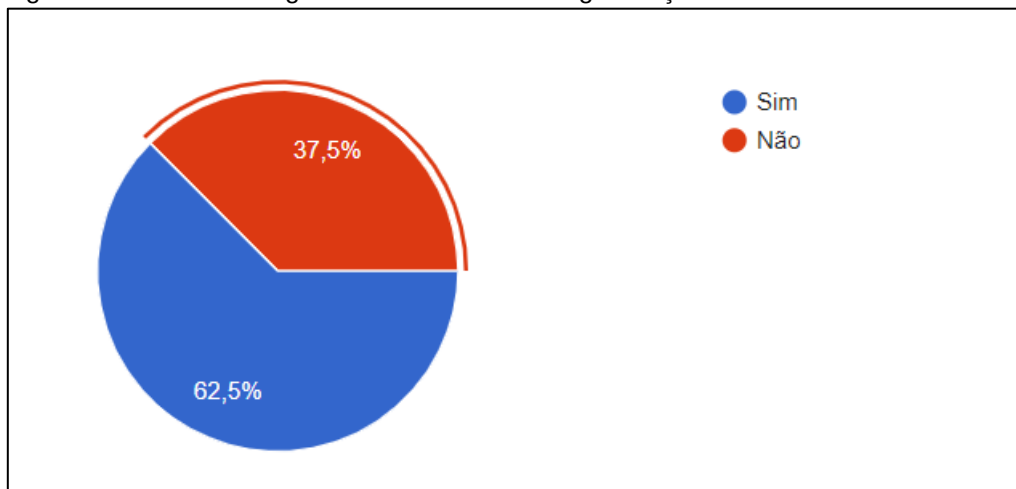
Figura 14 – Crença dos egressos em processos sustentáveis



Fonte: autoral (2021)

Quando questionados quanto a adoção de disciplinas com viés sustentável ainda durante a graduação para surtir efeito posterior e positivo no mercado, 81,2% desse público acreditam que seja uma medida pertinente e viável, contra 18,8% que não pensa assim. No mesmo sentido, eles foram perguntados se enquanto graduandos possuíam tal visão e as respostas apresentaram ainda mais divididas.

Figura 15 – Visão dos egressos ainda durante a graduação acerca da sustentabilidade

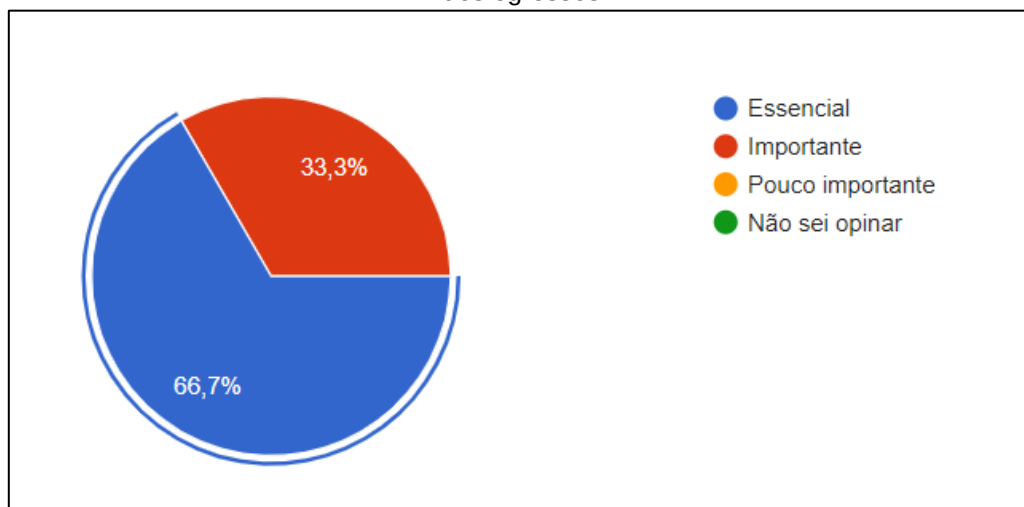


Fonte: autoral (2021)

A discussão a partir de então, leva a ideia de que há mudança de pensamento e maturidade deles após saírem da universidade, pois se lá atrás 87,5% acreditam em processos produtivos sustentáveis na posição de egressos e enquanto graduando, apenas 62,5% deles tinham essa visão, a construção corporativa da empresa e outros fatores práticos foram pertinentes para tal mudança de pensamento. E, segundo o engenheiro mecânico Pierre (2019), isso faz parte do processo, pois moldar a mente a ver as coisas diferentes a cada passo, é um como um músculo a ser constantemente exercitado.

Outro ponto de questionamento referiu-se ao grau de importância de aderência de tais rotas durante os processos industriais e químicos, a partir do ponto de vista deles e levando em consideração suas vivências pessoas e profissionais. O julgamento deles aqui seria em: **essencial, importante, pouco importante, não sei opinar**. O resultado é exposto no gráfico abaixo.

Figura 16– Adoção de rotas sustentáveis em processos industriais e químicos a partir da visão dos egressos



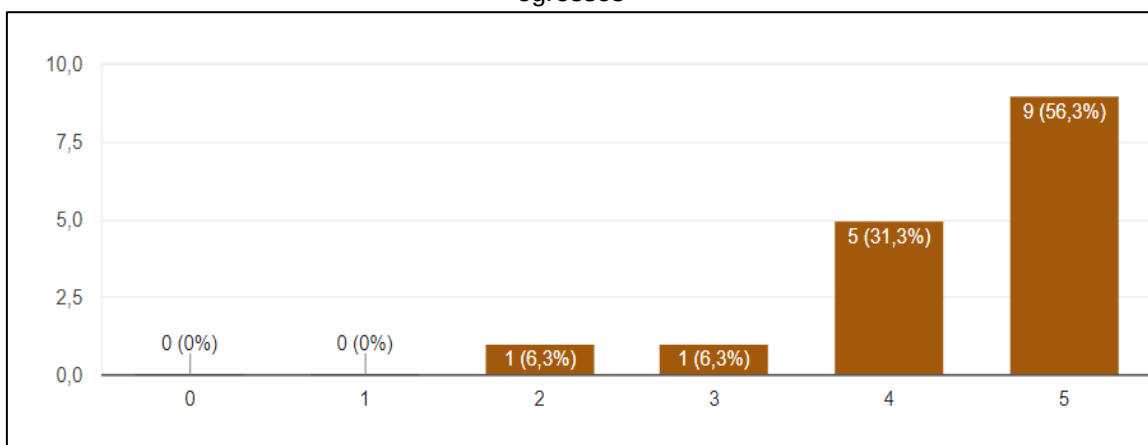
Fonte: autoral (2021)

Dentro da amostragem estudada, nenhum pesquisado julgou pouco importante ou mostraram-se indiferentes ao ponto de não opinarem na questão. De fato, eles creem na adoção dessas práticas para a indústria. Tais medidas são bastante relevantes, pois os impactos gerados ao longo dos últimos anos tornaram-se pauta mundial, dessa forma fez-se necessário o despertar para novas tecnologias e soluções que visem minimizar os impactos a partir de então, sobretudo quando falamos dos resíduos gerados ao final da linha de produção (GOMES *et al.*, 2021)

5.3.1. Importância para a grande área da Engenharia Química

Tal qual foi apresentado nas seções anteriores para os grupos I e II, essa análise foi feita para o grupo III. Consoante aos resultados expostos para os demais grupos, o 3, também pontuou como importância de grau 5, seguido do grau 4

Figura 17 – Importância para a grande área da Engenharia Química do ponto de vista dos egressos



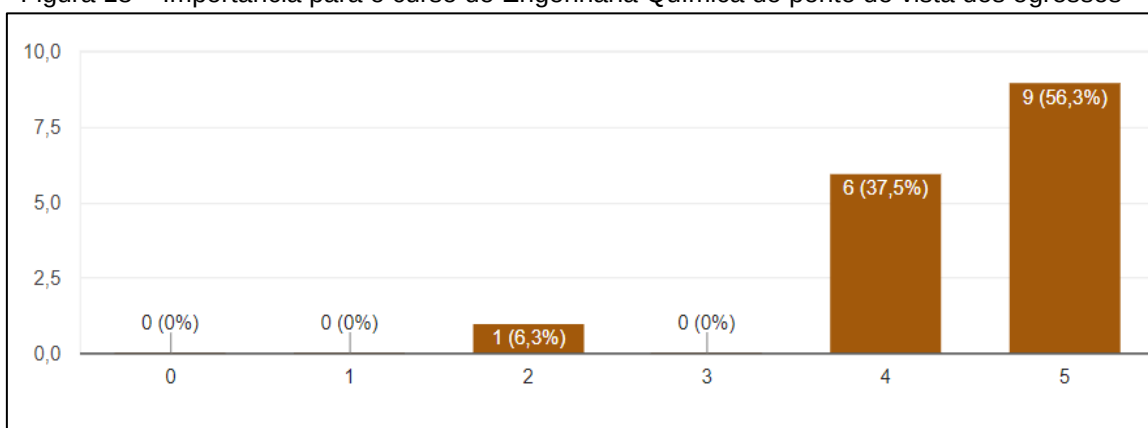
Fonte: autoral (2021)

Dessa forma, se percebe que mesmo estando em fases diferentes em relação ao curso, e por consequência, apresentarem visões adversas, todos os grupos amostrais têm percepções semelhantes em relação ao tópico de importância da sustentabilidade para a grande área da Engenharia Química.

5.3.2. Importância para o curso de Engenharia Química

No cerne acadêmico, o comportamento gráfico mostra uma perspectiva e visão semelhantes ao tópico anterior, sendo possível neste tópico, perceber uma leve acentuada positiva relativa à nível 4.

Figura 18 – Importância para o curso de Engenharia Química do ponto de vista dos egressos

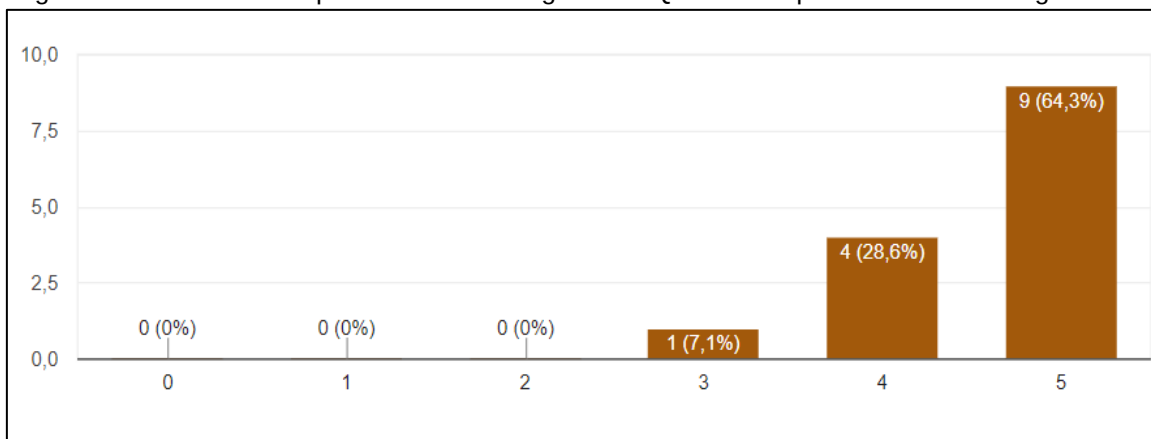


Fonte: autoral (2021)

A sustentabilidade é essencial para o desenvolvimento tecnológico, pois garante a continuidade da ciência. Sem um meio ambiente ecologicamente

preservado os processos químicos de transformação – base de atuação do profissional engenheiro químico – não teriam sentido. Não há como transformar matéria prima em produto sem a matéria prima. Nesse sentido, estimular essa linha de pensamento ainda na graduação é essencial para formação do pensamento de consciente e inovador. Da mesma forma que nos períodos iniciais temos contatos com diversas disciplinas de Cálculos, Físicas e Químicas básicas com o argumento de que elas nos darão base teórica para solucionarmos questões e problemas em disciplinas futuras, a introdução assertiva ou até remodulação de disciplinas, discussões e eventos com vistas a uma produção mais verde atuará em consonância para a construção sustentável do futuro profissional.

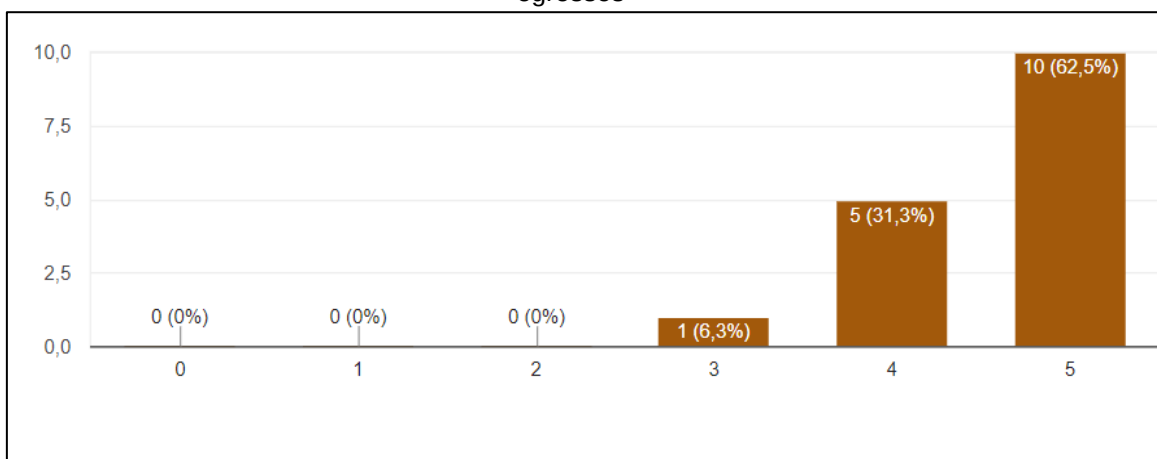
Figura 19 – Necessidade para o curso de Engenharia Química do ponto de vista dos egressos



Fonte: autoral (2021)

Do ponto de vista dos colaboradores egressos, a inclusão desse termo ao curso de graduação da UFPB ou mesmo de outras instituições apresenta-se como de grande valia para o plano pedagógico do curso, visto que estará corroborando com um dos pilares das instituições de ensino públicas do país, qual seja o de extensão à comunidade, pois incluir e praticar a sustentabilidade é sempre pensar no amanhã e seus resultados, ou seja, compõe parte essencial para os futuros formandos, sob uma ótica a longo prazo.

Figura 20 – Importância de inclusão ao curso de Engenharia Química do ponto de vista dos egressos



Fonte: autoral (2021)

Eles apontam ainda que infelizmente a realidade do dia a dia industrial não ver de bom grado em sua totalidade a preocupação com a sustentabilidade. Talvez a posição de uma país com grandes reservas naturais e alto potencial de produção de diversos bens de consumo nos deixe em uma falsa situação de conforto produtivo. Além disso, o local que o Brasil se encontra entre os índices de desenvolvimentos mundial – país emergente – contribui para acentuar comportamentos e condutas de não visão futurística. A população e isso inclui também a comunidade acadêmica acaba por olhar muito para as atuais necessidades e prioridades, esquecendo que tudo se transforma com o tempo e requer atualizações nos padrões de produção e desenvolvimento. Destarte, a indústria química tende a ser altamente poluente, a conscientização dos profissionais envolvidos é essencial para desenvolvimento e otimização de processos sustentáveis. Atualmente, diversos acordos e certificações internacionais exigem níveis de sustentabilidade da indústria, além de ser uma demanda do público consumidor. Desse ângulo a sustentabilidade se torna um diferencial competitivo.

A engenharia química está presente em quase todos os processos industriais e usar todo o potencial da indústria não somente para geração de lucro, mas também como agente social transformador devia ser o objetivo da profissão. Dessa forma, introduzir e desenvolver novos modelos de produção e inovação devia fazer parte do escopo curricular não só de cursos como

Engenharia Química que trabalha diretamente com processos, simulações, projetos e transformações, como de diversas outras áreas da engenharia.

5.3.3. Disciplinas que cabem ou não abordagens sustentáveis

Diferentemente dos outros dois grupos estudados, as respostas analisadas deste grupo apresentaram um padrão levemente diferente. Aqui, por unanimidade, eles elencaram com as que mais cabem abordagens sustentáveis as seguintes disciplinas: as Bioengenharias I e II, os Reatores Químicos I e II, as Operações Unitárias I, II e III, Modelagem e Simulação de Processos Químicos, Projeto de Processos Químico e Seminários II – Educação Ambiental. No rol proposto, as 3 Operações Unitárias entraram, enquanto que no grupo 2, os pesquisados julgaram apenas a primeira operação como mais pertinente e no grupo 1 não adicionaram nenhuma Operação Unitária a listagem. Esse comportamento traz uma visão diferente e isso pode ser justificado por alguns fatores, a citar o modo como eles entenderam a disciplina cursada à época e também o foco de exposição proposta pela docente a frente do curso à época. Todavia, não há certo ou errado nessa amostragem. Não faz parte deste estudo julgar isso e sim expor a visão e perspectiva dos 3 públicos em análise. Na sequência, outras disciplinas receberam votos positivos, porém em menor quantidade, tais como Instrumentação e Controle de Processos. Eles elencaram, ainda, Estequiometria Industrial como a menos propícia a recebimento da abordagem em discussão, seguida dos três Fenômenos de Transporte - vide o terceiro gráfico no apêndice A.

5.3.4. Disciplinas que houve ou não abordagens sustentáveis

Em relação a frequência de abordagem do tema durante suas passagens pelas disciplinas do curso, os ex-estudantes apontaram as Bioengenharias I e II como as disciplinas que eles tiveram acesso a temática **com certa frequência**. Essas disciplinas veem sendo apontadas em todos os grupos de análises, até mesmo no grupo I que ainda não as conhecem, mas como pontuado o prefixo bio traz uma previsão do eixo temático dos conteúdos.

Em seguida as disciplinas Seminários II – Educação Ambiental e Processos de Projetos Químicos foram as apontadas. Importante pontuar que a primeira já faz parte de uma aquisição do curso através de uma mudança na matriz curricular que a inseriu em seu escopo. Parte dos entrevistados deste grupo certamente a cursou, outra parte não. Com relação a disciplinas de Projeto, varia de acordo com forma que ela foi lecionada, mas em geral vem aparecendo nos resultados dos grupos. A disciplina em questão também veio sofrendo alterações benéficas ao longo dos semestres e anos.

Com pouca adesão, o parâmetro **frequentemente**, foi imposto as quatros matérias citadas no parágrafo anterior e ainda à Modelagem e Simulação de Processos Químicos e à Instrumentação e Controle de Processos.

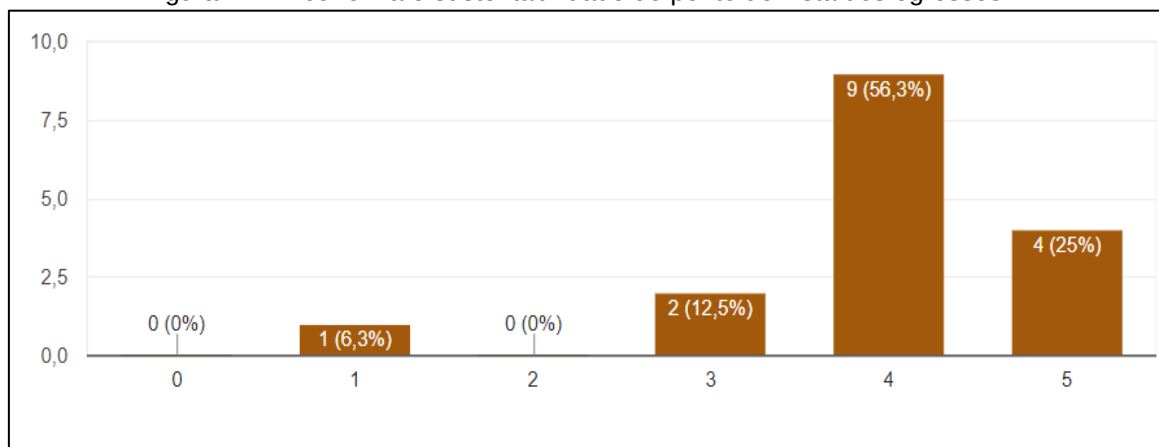
Do ponto de vista majoritário deste grupo, as disciplinas relativas aos três Fenômenos de Transporte, às Operações Unitárias, aos dois Reatores Químicos e a Estequiometria Industrial lecionadas **nunca** foram meio de abordagens sustentáveis em seus períodos de estudos no curso da UFPB. Em partes, essa vivência estar de acordo com aquela exposta pelo grupo 2, o que nos traz uma ideia de estabilidade na forma de ministra-las. Veja no Gráfico 10 que o perfil dos egressos abarca pesquisados desde 2016 e o grupo 2 são estudantes que estão em conclusão no período corrente. Sendo assim, se vê uma necessidade de atualização conteudista e modular dos conteúdos selecionados para exposição em aulas com vistas a garantir uma formação multimodal dos discentes.

5.3.5. Economia

Embora os processos que se preocupem com tratamentos e cuidados posteriores de resíduos gerados, a indústria acaba por não os adotar em sua totalidade. Todavia, do ponto de vista dos egressos, tal comportamento é de mais valia e constitui rota econômica viável. Um fator interessante a ser pontuado, em termos de viabilidade econômica, é que atualmente empresas que não aderem e projetam planos de sustentabilidade acabam por perder uma

parcela de credibilidade e prospecção no mercado, segundo o Instituto Brasileiro de Defesa da Natureza (2021). No entanto, a janela de aderência ainda se mostra fechada em grandes companhias nacionais.

Figura 21 – Economia e sustentabilidade do ponto de vista dos egressos



Fonte: autoral (2021)

Em termos econômicos, produzir a partir de técnicas de sustentabilidade pode vir a gerar mais lucro para as produtoras, visto que se utilizam fontes naturais e não de fontes externas. O investimento a curto prazo talvez seja um fator de peso para os empresários aderirem a certas condutas e parâmetros sustentáveis, porém a longo prazo o retorno é viável tanto para eles quanto para o meio natural, pois à medida que o consumo da população avança, a demanda pela indústria aumenta proporcionalmente. Portanto, encontrar maneiras de aliar sustentabilidade e processos industriais parece ser o único meio de mediar os impactos de tal consumo no estilo de vida atual.

Investir em sustentabilidade é olhar para as próximas gerações e pensar em seu bem-estar (IBDN, 2021) e sua prospecção. Infelizmente, diante dos atuais padrões capitalista reinantes, a quantidade monetária impera sobre qualquer proposta que venha a pensar um pouco menos no lucro e a qualidade de vida decai cada vez mais, mas nas palavras de Pott e Estrela (2017), o homem ainda vem se colocado à parte do meio ambiente, percebendo-o como recurso, unicamente como um intermédio para atingir seu crescimento; para que a verdadeira mudança ocorra deve-se no mínimo reconhecer que a vida na terra

é insustentável se o ambiente estiver degradado, e para isso todos devem conservá-lo.

6. CONCLUSÃO

A título conclusivo, obteve-se respostas com bastantes semelhanças entre os três grupos de colaboradores. Cada grupo apresenta características próprias e que os tornam ímpares entre si, visto que estão em momentos diferentes em relação ao contato com o curso de Engenharia Química.

O grupo 1, em sua totalidade, mostrou conhecer o termo sustentabilidade e chegou com o prévio e básico conhecimento do ensino médio que é um ponto bastante positivo. Isso mostra que as escolas já demonstram ter cuidado e importância em tratar da questão com seus alunos. Porém, quando os questionamentos foram puxados para a vertente da Engenharia em si, as divergências surgiram; mesmo assim, em sua maioria, os participantes daquele grupo responderam de forma positiva as proposituras que os questionavam quanto a adesão das disciplinas de cunho sustentável à graduação e sua importância para a formação do futuro profissional. No que tange às disciplinas que merecem ou deveriam ter tais pensamentos, as repostas se mostram um tanto incertas, visto que eles ainda não cursaram as disciplinas escolhidas para análise por se tratarem de matérias mais específicas e eles estão no início do curso.

Já os grupos 2 e 3, por estarem em outra fase do curso, concluintes e egressos, respectivamente, apresentaram respostas mais assertivas. Na opinião desses dois grupos, deveria haver adesão à grade curricular de disciplinas que corroborassem com o despertar de abordagens sustentáveis como diferencial inovador. Além disso, eles pontuaram que as disciplinas de Bioengenharia I e II, foram as disciplinas nas quais eles tiveram acesso a essas questões, seja com certa frequência ou até frequentemente. A disciplina de Projeto de Processos Químicos também entrou para essa lista. Já em relação a disciplinas como Reatores I e II, os grupos creem que possa e dever apresentar mais abordagens e soluções voltadas para o cunho sustentável.

Um outro ponto a citar em relação ao grupo de concluintes e egressos, foi que eles apresentaram algumas disciplinas presentes em outros cursos e que

podiam passar por um estudo de viabilidade e adesão a nossa matriz curricular, mesmo que de forma optativa, para somar a formação. Foram elas: Gestão e Planejamento Ambiental, Introdução a Energia Renováveis, Aplicação Industrial de Energia Renováveis, Desenvolvimento e Sustentabilidade, Biomassa, Gestão de Desastres Ambientais. Mesmo sendo essas voltadas mais para o lado ambiental e de energias renováveis, é importante pontuar que a depender da função exercida pelo engenheiro químico, poderá ser nossa área de atuação também. E por já terem passado por todo o curso e, no caso dos egressos, estarem ponderando a partir de um momento posterior a graduação, é importante atentar a tais observações. Sabe-se que o mercado hoje requer atribuições que vão muito além de um pensamento calculista desenvolvido ao dos anos de formação. Pensar em projetos que apresentam soluções sustentáveis e rentáveis faz-se crucial e não mais estar apenas na discussão.

Apesar da pesquisa ter envolvido o corpo relativamente pequeno de colabores, ela expõe dados relevantes e que podem estar sendo usados para ponderar e suscitar futuras adaptações na grade curricular de Engenharia Química/ UFPB com o fito de propagar, ensinar e desenvolver em seu corpo discente um pensamento inovador pautado em rotas sustentáveis. As respostas validadas por 42 alunos podem traduzir o pensamento de um número ainda maior.

Por fim, percebe-se que há demanda pela prática de uma engenharia mais sustentável e inovadora. Além disso, se ver também a problemática não tem a devida atenção nas discussões realizadas em sala de aula. Sendo assim, sugere-se uma maior inserção da problemática nas disciplinas que mais foram adequadas e também um estudo acerca do que posse ser ressignificado para tal fato, seja palestras de convidados especialistas no tema, seja visitas técnicas, seja oferta de mais optativas nesse viés. Ademais, é fulcral pontuar que antes de aspirantes a engenheiros químicos ou já engenheiros químicos, todos somos cidadãos; e uma formação cidadã faz parte de um dos princípios das universidades públicas brasileiras: a extensão a comunidade. Consoante expôs Mainginski *et al.* (2017), é possível por meio de saída da zona de conforto, reelaboração de aulas, (sejam em disciplinas de ciências básicas, ciências da engenharia e/ou específicas aplicadas) mais criativas, que tragam conteúdos

atuais, trabalhar os problemas da sociedade para um pensar crítico ao invés de alienado como o que tem sido até o presente momento.

7. SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS

A pesquisa deste trabalho apresentou característica descritiva e qualitativa. As sugestões para próximos estudos é apresentar abordagens quantitativas também, como foco em elementos estatísticos mais calculistas, a citar variância, médias, modas, medianas e relacionados. Consoante a isso, uma análise estatística mais rebuscada, requer também o mesmo de uma análise gráfica. Dito isso, produzir e apresentar dashboards interativos pode constituir planos para futuros estudos.

Outro fator importante estar ligado a busca de colaboradores. No presente trabalho, devido as atividades remotas em virtude da pandemia causada pelo COVID-19, os questionários foram totalmente online; isso por si, não constitui um problema, ao contrário, é bastante viável. Porém, é difícil convencer discentes a preenche-los. Então, pensar em estratégias para buscar um número maior de colaboradores, como vistas a gerar uma amostragem maior, faz-se interessante.

Um estudo mais detalhado da grade curricular de outros cursos de engenharia química de outras instituições para um possível comparativo de resultados também é uma rota a seguir.

Abrir a pesquisa para outras instituições com vistas a aumentar a amostragem e tratar os resultados com mais aprofundamento mostra-se bastante interessante.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, W. M. **The Future of Sustainability: Re-Thinking Environment and Development in the Twenty-First Century**. Gland, Switzerland: World Conservation Union, 2006.

ALVES, Alzina Maria Leal. **Moda, Economia Criativa E Economia Circular: Um Plano De Ação Para O Projeto Muçambê**. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design de Vestuário e Moda, Programa de Pós-Graduação em Moda, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

_____. ANDRADE, Marília. **Lei nº 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos: pontos abordados pela lei nº 12.305/10**. Pontos abordados pela Lei nº 12.305/10. 2010. Disponível em: <https://mariliaandrasede.jusbrasil.com.br/artigos/188318626/lei-n-12305-10-politica-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso em: 23 nov. 2021.

_____. ABDALLA, Antônio; Fernando; SAMPAIO, Antônio Carlos Freire. **"Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular."** *Entorno Geográfico*, no. 15, Feb.-June 2018, pp. 82+. *Gale OneFile: Informe Acadêmico*, link.gale.com/apps/doc/A584497310/IFME?u=anon~3a550e28&sid=googleScholar&xid=fea3d4fa. Accessed 22 Nov. 2021.

BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R.; CORBELL, O. D. **A Conceptual Review of the Terms Sustainable Development and Sustainability**. *International Journal of Social Sciences*, v. III, n. 2, 2014.

_____. BELLUZZO, R. C. B. **Competência em informação (CoInfo) e midiática: inter-relação com a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) sob a ótica da educação contemporânea**. *Folha de Rosto*, v. 4, n. 1, p. 15-24, 28 dez. 2018. Disponível em: < <https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/folhaderosto/article/view/289> > Acesso em 22 nov.2021.

BOCASANTA, Stephane Louise; ENGELAGE, Emanuele; PFITSCHER, Elisete Dahmer; BORGERT, Altair. **Avaliação de Sustentabilidade: eficiência energética em edifícios de uma universidade comunitária**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 140-149, 1 ago. 2017. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/geas.v6i2.827>.

BONCIU, F. **The European economy: From a linear to a circular economy**. *Romanian Journal of European Affairs*. v. 14, p. 78-91, 2014

CIRCULAR, **Fundación Economía. Economía circular**. Recuperado el, v. 15, 2017.

_____. COSENZA, José Paulo; ANDRADE, Eurídice Mamede de; ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes de. **Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da política nacional de resíduos sólidos**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-30, 6 maio 2020. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/geas.v9i1.16147>.

CRUZ, Adriana (org.). **USP é a 48ª universidade do mundo mais comprometida com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/institucional/usp-e-a-48a-universidade-do-mundo-mais-comprometida-com-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

CVJETKO BUBALO, Marina *et al.* **Green solvents for green technologies**. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, v. 90, n. 9, p. 1631-1639, 2015.

D'AQUINO, Silvio Fernandes; PRÁ, Flávio de Borba; GOULART, Michela C.F.; CAMPOS, Lucila M.s.; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Uma Análise Da Aplicação Empírica Da Produção Mais Limpa Na Manufatura No Journal Of Cleaner Production**: an analysis of empirical applications of cleaner production in manufacturing on journal of cleaner production. Base – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 246-258, jul/set. 2014. Mensal.

DAS, Probir *et al.* **Microalgal bioremediation of petroleum-derived low salinity and low pH produced water**. Journal of Applied Phycology, v. 31, n. 1, p. 435-444, 2019

DINIZ, Maria Luiza Farias *et al.* **Mensurando A Sustentabilidade Empresarial Através Do Grid De Sustentabilidade Empresarial (Gse): Um Estudo Em Empresas Do Setor Gráfico**: measuring business sustainability through corporate sustainability grid (csg): a study in graphics companies. Aos - Amazônia, Organizações e Sustentabilidade, Manaus, v. 6, n. 2, p. 105-122, 06 jun. 2017.

DUPIANI, Jacobus A. **Sustainable development – historical roots of the concept**. Environmental Sciences, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 83-96, jun. 2006. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15693430600688831>.

ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 18., 2016, São Paulo. **Economia Circular E Resíduos Sólidos: Uma Revisão Sistemática Sobre A Eficiência Ambiental E Econômica**. São Paulo: Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2016. 17 p.

_____. FABRIS, Míriam Machado; SABBADINI, Francisco Santos; COSTA, Kelly Alonso; COSTA, Roberta Assis. **Economia Circular E**

Engenharia De Produção: Produção Científica E Redes De Colaboração: circular economy and production engineering: scientific production and collaboration networks. Revista Prisma, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 240-258, 2020. Anual.

_____. FEIL, Alexandre André *et al.* **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados.** Cadernos Ebape.Br, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 667-681, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>.

FERREIRA, P. G.; DA SILVA, F. C.; FERREIRA, V. F. **A importância da Química para a Economia Circular.** Revista Virtual de Química, v. 9, n. 1, p. 452-473, 2017.

GOMES, Rachel Novaes *et al.* **Desenvolvimento da química verde no cenário industrial brasileiro: development of green chemistry in the brazilian industrial scenario.** Development of green chemistry in the Brazilian industrial scenario. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revistafitos/article/view/580/html>. Acesso em: 07 nov. 2021.

GROBER, U. Deep Roots: **A Conceptual History of “sustainable Development”** (Nachhaltigkeit). Discussion papers, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Berlin: WZB, 2007.

GU, Yanlong; JEROME, Francois. **Bio-based solvents: an emerging generation of fluids for the design of eco-efficient processes in catalysis and organic chemistry.** Chemical Society Reviews, v. 42, n. 24, p. 9550-9570, 2013.

HOFER, R. **History of the Sustainability Concept – Renaissance of Renewable Resources.** In: HOFER, R. Sustainable Solutions for Modern Economies. Londres: Royal Society of Chemistry, 2009.

IBDN NEWS (Brasil). **MOTIVOS PARA SUA EMPRESA INVESTIR EM SUSTENTABILIDADE.** Disponível em: <https://ibdn.org.br/motivos-para-sua-empresa-investir-em-sustentabilidade/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

_____. IGUNNU, E.; CHEN, G. **Produced Water Treatment Technologies.** International Journal of Low-Carbon Technologies, Vol. 9, Issue 3, p. 157–177, 2014.

_____. INSTITUTO CONSERVAÇÃO COSTEIRA (Brasil). **Tag: ojetivos do desenvolvimento sustentável.** 2020. Disponível em: <https://www.icc.eco.br/tag/objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel/> . Acesso em: 22 nov. 2021.

LEITÃO, A (2015). **Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI.** Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting. 1 (2),

149-171. Disponível em <http://u3isjournal.isvouga.pt/index.php/PJFMA> Acesso em: 11 nov.2021.

_____. LOWE, E.A.; EVANS, L.K. 1995. **Industrial ecology and industrial ecosystems**. *Journal of Cleaner Production*, 3(1-2):47-53. [http://dx.doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00045-G](http://dx.doi.org/10.1016/0959-6526(95)00045-G)

MAINGINSKI, Fábio Edenei et al. **Sustentabilidade Na Formação Profissional: A Percepção De Estudantes De Engenharia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 45., 2017, Joinville. **Anais [...]**. Ponta Grossa: Udesc, 2017. v. 1, p. 1-11.

MITCHAM, Carl. **The concept of sustainable development: its origins and ambivalence**. *Technology In Society*, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 311-326, jan. 1995. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0160-791x\(95\)00008-f](http://dx.doi.org/10.1016/0160-791x(95)00008-f).

PIERRE, Alexandre. **A mudança profissional começa na cabeça de cada estudante**. 2019. Disponível em: <https://www.qmsbrasil.com.br/blog/mudanca-profissional-comeca-na-cabeca-de-cada-estudante/>. Acesso em: 07 nov. 2021.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento**. *Estudos Avançados*, [S.L.], v. 31, n. 89, p. 271-283, abr. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>.

REIS, L. A.; DALFOVO, M. S. (2020). **Sustentabilidade: uma análise da variância por porte em empresas de comércio e serviço**. *REVISTA DE EXTENSÃO E INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNISOCIESC*, 6(2), 314-336. Recuperado de <http://reis.unisociesc.com.br/index.php/reis/article/view/106>

SANTANA, Milena Bastos de et al. **TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA DE PETRÓLEO A PARTIR DE MICROALGAS: UMA ABORDAGEM DA BIOECONOMIA CIRCULAR**. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 4., 2021, Edição Digital. **Anais [...]**. Salvador: IV Conepetro, 2021. v. 1, p. 1-6

_____. SOUTO, L. F.; PIZZOL, R. A. **Sustentabilidade e gestão do conhecimento: perfil de autoria e análise temática das publicações do KM Brasil no período de 2002 a 2016**. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, SP, v. 17, p. e019020, 2019. DOI: 10.20396/rdbci.v17i0.8653433. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8653433>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

STEFFEN, W., RICHARDSON, K., ROCKSTRÖM, J., CORNELL, S.E., FETZER, I., BENNETT, E. M., BIGGS, R., CARPENTER, S.R., De VRIES, W., De WIT, C.A., FOLKE, C., GERTEN, D., HEINKE, J., MACE, G.M., PERSSON, L.M., RAMANATHAN, V., REYES, B., SÖRLIN, S. (2015). **Planetary boundaries:**

Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1-10.

UFMS (Brasil) (org.). **UFMS vincula projetos de pesquisa a Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da ONU.** 2018. Disponível em: <https://www.ufms.br/ufms-vincula-projetos-de-pesquisa-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods-da-onu/> . Acesso em: 22 nov. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO GOIAS (Brasil Goiás). **AREAS DE ATUAÇÃO.** Disponível em: <https://eq.quimica.ufg.br/p/2299-area-de-atuacao>. Acesso em: 19 out. 2021.

VAN BERKEL, R.; WILLEMS, E.; LAFLEUR, M. 1997. **The relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology.** *Journal of Industrial Ecology*, 1(1):51-66. <http://dx.doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.51>

_____. VERDADES SUSTENTAVEIS (Brasil). **Qual a diferença entre economia circular e sustentabilidade?** 2021. Disponível em: <https://verdadessustentaveis.com/qual-e-a-diferenca-entre-economia-circular-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 09 nov. 2021.

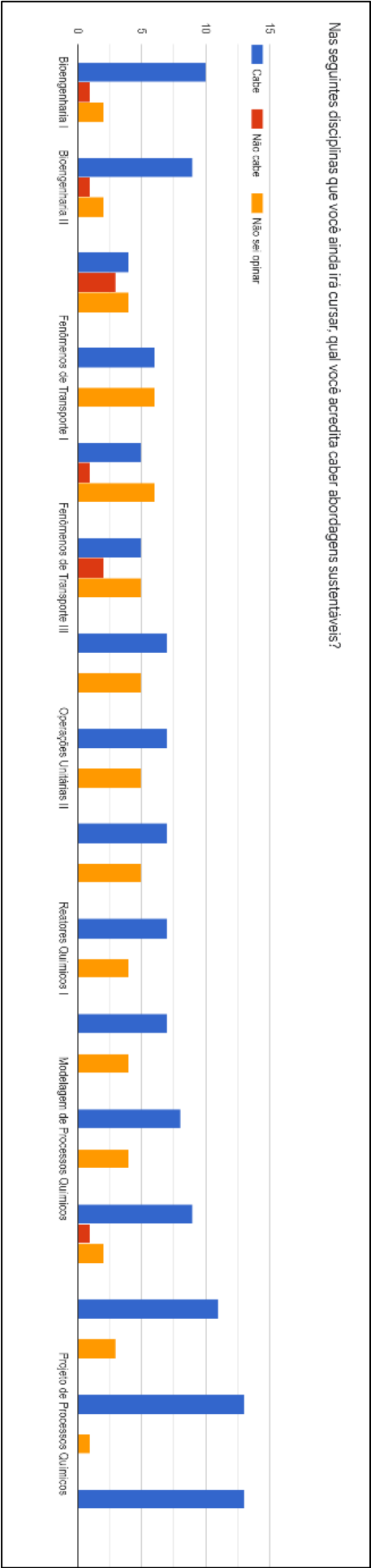
VOLTOLINI, Ricardo. **Pensamento sustentável - sustentabilidade, inovação e educação.** 2008. Disponível em: <https://ideiasustentavel.com.br/pensamento-sustentavel-sustentabilidade-inovacao-e-educacao/>. Acesso em: 07 nov. 2021.

ZEIFERT, Anna Paula Bagetti *et al.* A JUSTIÇA SOCIAL E A AGENDA 2030: POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DE SOCIEDADES JUSTAS E INCLUSIVAS: the social justice and the 2030 agenda: development policies for the construction of more fair inclusive societies. **Direitos Sociais e Política Públicas (Unifafibe)**, Bebedouro, SP, v. 8, n. 2, p. 30-52, 05 mar. 2020.

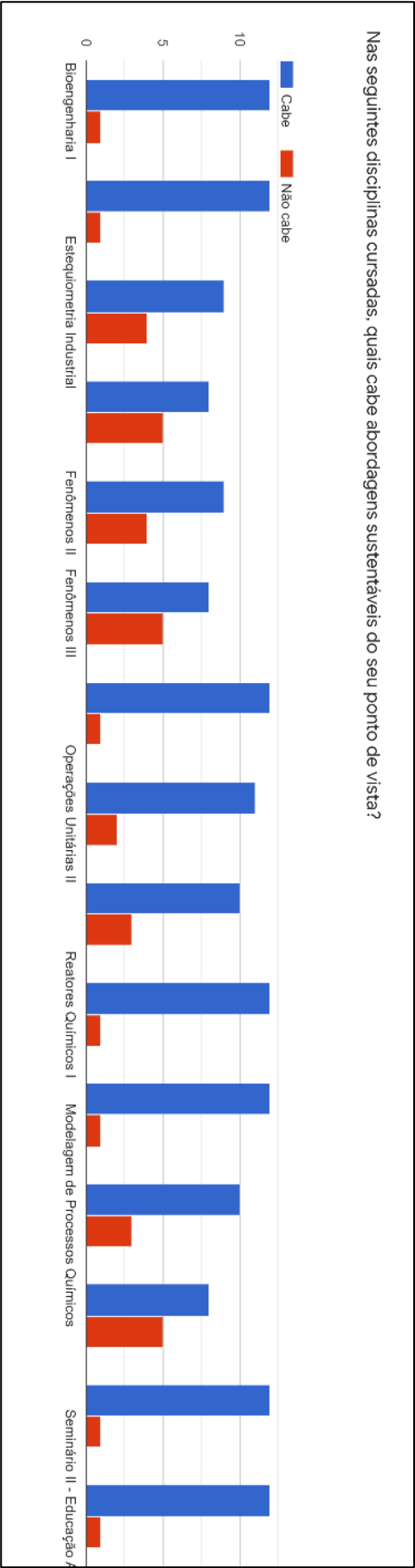
9. APÊNDICES

A – Disciplinas que cabem ou não abordagens sustentáveis do ponto de vista dos pesquisados

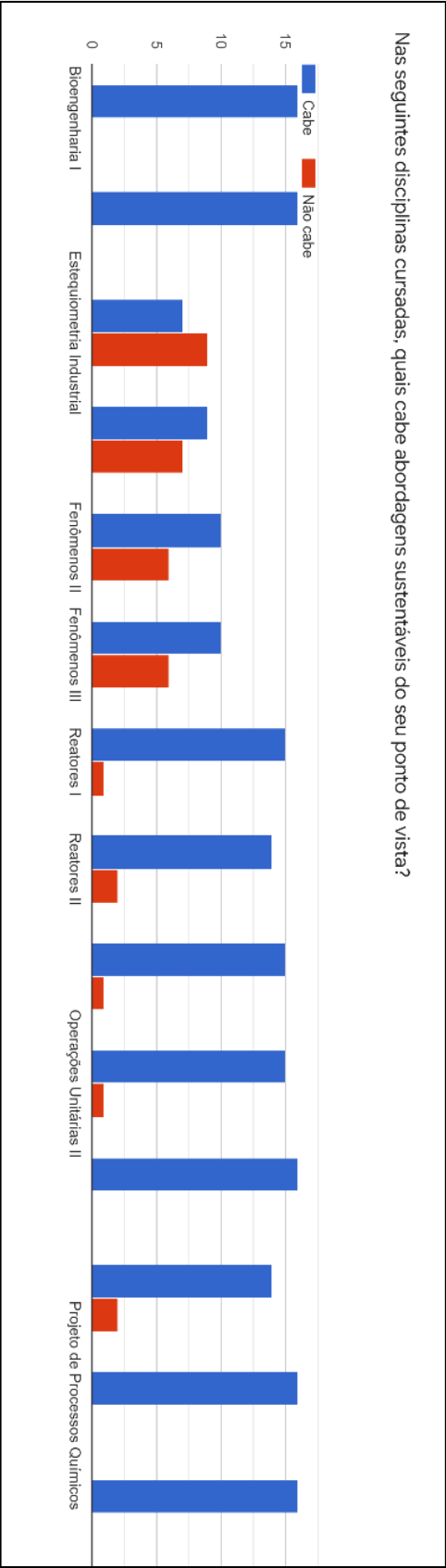
Grupo 1



Grupo 2

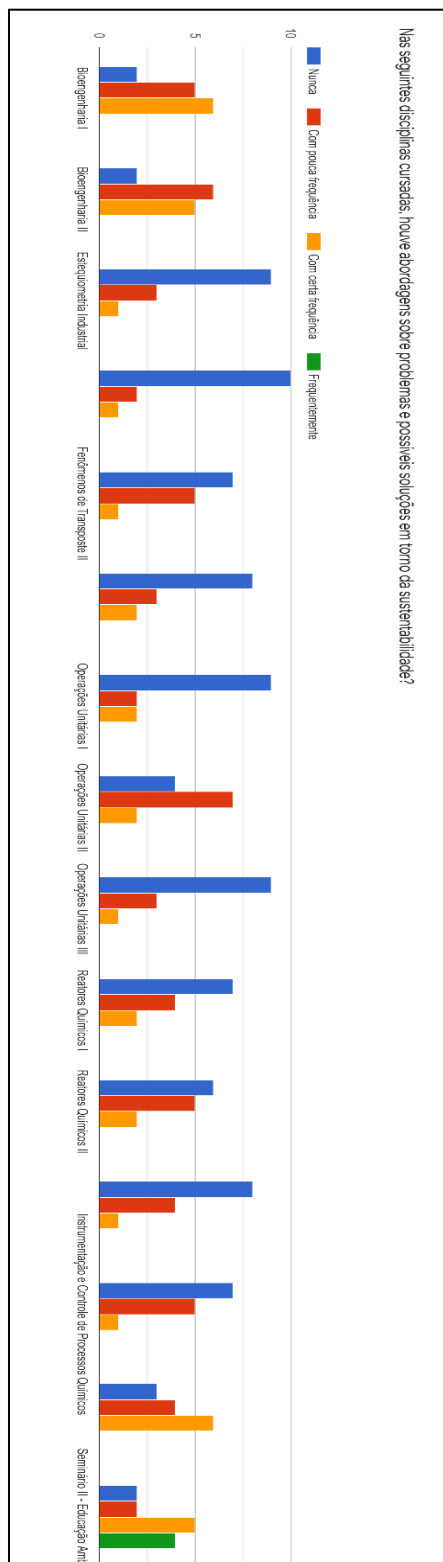


Grupo 3



B – Frequência de abordagem de práticas sustentáveis durante as disciplinas da graduação do ponto de vista dos pesquisados

Grupo 2



Grupo 3

