

CADERNO DO EVENTO

VI SEMINÁRIOS

DE APRESENTAÇÕES DOS PROJETOS DE
CONCLUSÃO DE CURSO DA

ENGENHARIA QUÍMICA DA UFPR



NOVEMBRO 2025



CADERNO DO EVENTO - VI SEMINÁRIOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR
SETOR DE TECNOLOGIA - TC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA- DEQ

REALIZAÇÃO E PRODUÇÃO

PROJETO DE EXTENSÃO ENGENHARIA QUÍMICA NA SOCIEDADE - PEQS/UFPR

ORGANIZAÇÃO E REVISÃO DO CADERNO

PROF.^a DR.^a ELAINE VOSNIAK TAKESHITA
AUGUSTO OLIVEIRA DORIA BARBOSA
GABRIEL BEDIN CARNEIRO
GABRIEL JACOMASSI DALCUCHE
PEDRO STEVAN

DIAGRAMAÇÃO E DESIGN GRÁFICO

AUGUSTO OLIVEIRA DORIA BARBOSA
GABRIEL BEDIN CARNEIRO
GABRIEL JACOMASSI DALCUCHE
PEDRO STEVAN

PUBLICAÇÃO

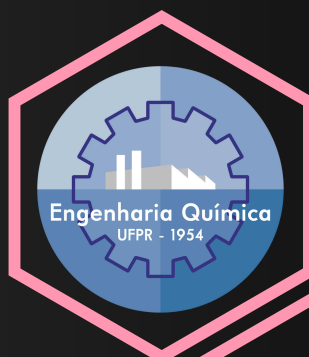
NOVEMBRO 2025

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ESSE MATERIAL TEM RELAÇÃO COM OS ODS:



APOIO



CADERNO DO EVENTO - VI SEMINÁRIOS

REALIZAÇÃO DO EVENTO

PROJETO DE EXTENSÃO ENGENHARIA QUÍMICA NA SOCIEDADE - PEQS

COORDENAÇÃO DO EVENTO

COORDENADORA: PROF.^a DR.^a ELAINE VOSNIAK TAKESHITA
GABRIEL BEDIN CARNEIRO

ORGANIZAÇÃO GERAL DO EVENTO

AUGUSTO OLIVEIRA DORIA BARBOSA
GABRIEL BEDIN CARNEIRO
GABRIEL JACOMASSI DALCUCHE
PEDRO HENRIQUE SANTOS DE OLIVEIRA
PEDRO STEVAN

COMITÊ DE APOIO TÉCNICO DO EVENTO

AMAPOLA FERREIRA DE LIMA
ANITHA MANUELLA DA SILVA
ARTHUR GABRIEL SOARES DE OLIVEIRA
BEATRIZ MONTEIRO
BRUNO BISPO FEITOZA SANTOS
BRUNO CRUZ MOREIRA
CECÍLIA JUNG DE AZEVEDO
CHRISTOPHER WILLIAM DUHA
DAVI ARAÚJO TYMBURIBÁ RÊGO
GEOVANA DE OLIVEIRA RAIMAN
HENRIQUE ANTÔNIO GOMES DE SOUZA
JOÃO ANTÔNIO DE ASSIS PEREZ
JULIA PEREIRA SEIXAS
LUIZA BARRA MARIM
MARCO ANTONIO MARIETTO MEDEIROS
MARIA EDUARDA CARDOSO CHAGAS
PEDRO STEVAN
PEDRO HENRIQUE DE SOUZA SCARPIM
PEDRO HENRIQUE SANTOS DE OLIVEIRA
TALITA MATSUMURA ADAMOVICZ

MEIOS DE DIVULGAÇÃO COMUNICAÇÃO DO PEQS

E-MAIL: PEQS@UFPR.BR

INSTAGRAM: @PEQS.UFPR

SITE: WWW.PEQS.UFPR.BR

LINKEDIN: [HTTPS://WWW.LINKEDIN.COM/COMPANY/PEQSUFPR](https://www.linkedin.com/company/peqsufpr)

SUMÁRIO

| | |
|--|------------------|
| 1. O PROJETO | <u>5</u> |
| 2. O EVENTO | <u>6</u> |
| 3. A EQUIPE | <u>9</u> |
| 4. RESUMOS DAS APRESENTAÇÕES | |
| 4.1 Síntese de butilglicol a partir da destilação catalítica do n-butanol com óxido de etileno | <u>12</u> |
| 4.2. Produção de peróxido de hidrogênio via rota Reidl-Pfleiderer com catalisador de Paládio | <u>16</u> |
| 4.3. Produção de Ureia via rota ACES21 | <u>20</u> |
| 4.4 Produção de Peptídeos de Colágeno Bovino, pela rota enzimática, com catalisador alcalase imobilizada | <u>24</u> |
| 4.5. Produção de nanocelulose cristalina a partir de bagaço de cana-de-açúcar via hidrólise ácida | <u>27</u> |
| 4.6. Produção de Eritritol pela Yarrowia Lipolytica a partir do uso de glicerol como substrato | <u>32</u> |
| 4.7. Produção de Monoetanoamina via aminificação do óxido de etileno | <u>33</u> |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------------|
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | <u>38</u> |
| APÊNDICES | |
| APÊNDICE A - IMPRESSÕES PESSOAIS DA EQUIPE ORGANIZADORA DO EVENTO | <u>39</u> |
| APÊNDICE B - RESULTADO DO IMPACTO DO EVENTO SOBRE A FORMAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA ORGANIZAÇÃO | <u>41</u> |
| APÊNDICE C - RESULTADO DO LEVANTAMENTO DO PERFIL DO PÚBLICO OUVINTE DO EVENTO | <u>50</u> |

1.0 PROJETO

O Projeto Engenharia Química na Sociedade (PEQS) é um projeto de extensão vinculado ao Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná e tem como objetivo principal diminuir a distância entre a Universidade e a Sociedade, por meio de ferramentas e mecanismos de transferência de conhecimento e oportunidades de interação da comunidade externa com a comunidade acadêmica.

Além disso, o PEQS, ao promover a disseminação de conhecimentos técnico-científicos de qualidade aplicados e produzidos no Departamento de Engenharia Química (DEQ) para a comunidade acadêmica e para a sociedade, visa incentivar o contato e interação da comunidade acadêmica formada por alunos de diferentes períodos e cursos, docentes e técnicos com a comunidade externa, visando despertar o senso de importância da transferência de conhecimentos acadêmicos para o desenvolvimento social e econômico de um país.

2. O EVENTO

O evento VI Seminários de apresentação dos projetos de conclusão do curso de graduação em Engenharia Química da UFPR, ocorreu entre os dias 7 a 10 de julho de 2025 e foi aberto à toda comunidade acadêmica e sociedade em geral.

No evento, os alunos apresentaram seus projetos de conclusão de curso (PCC) desenvolvidos na disciplina TQ 156: Projetos de Indústrias Químicas II para as comunidades interna e externa na forma de seminários. O PCC é uma atividade de síntese e integração de conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação em Engenharia Química e envolve aspectos técnicos, econômicos e financeiros no projeto de unidades fabris de produção industrial de produtos químicos, biotecnológicos, alimentícios e/ou farmacêuticos.

O conhecimento é um recurso intangível e extremamente valioso para o desenvolvimento de uma sociedade. Entretanto, este conhecimento está muitas vezes limitado a um público restrito, tanto pela linguagem mais elaborada e específica, quanto pelo meio de divulgação e apresentação, muitas vezes só acessível a um nicho da comunidade acadêmica. Estas características limitam muito a integração da universidade com a comunidade externa.

Neste contexto, a transferência e popularização de conhecimentos promovidos pela extensão universitária apresenta como meio de transformação social e de legitimação da Universidade perante a população, possibilitando vivências diversas e oportunidades de ensino e aprendizagem, com impacto tanto na formação do estudante quanto na transformação e desenvolvimento da sociedade.

Tendo em vista essa carência de intercâmbio entre universidade e população, o evento promove a popularização e divulgação de conhecimentos técnico-científicos produzidos no Departamento de Engenharia Química da UFPR.

Além disso, pelo evento ser organizado por professores do DEQ/UFPR e discentes de diferentes períodos do curso de graduação da Engenharia Química, há uma grande troca de conhecimentos e saberes entre acadêmicos, docentes, técnicos, profissionais da indústria e comunidade externa. Além disso, é realizada uma seleção de discentes do curso de engenharia química para atuarem como apoio técnico do evento.

3. A EQUIPE

Para a realização do VI Seminários de Apresentação dos Projetos de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Química da UFPR ser executado, foram selecionadas, por meio de um processo seletivo, 20 pessoas, que, em um mês e meio antes da semana de apresentações (7 a 10/07), desenvolveram soft-skills como: trabalho em equipe, fala em público principalmente por meio das divulgações em sala de aula.

Na seleção, é dada preferência para os matriculados nos primeiros períodos do curso a fim de que estes tenham uma oportunidade de maior contato com os discentes do último período, com os docentes do curso, e com o conteúdo do projeto de final de curso. Busca-se auxiliar na motivação e na permanência destes discentes na universidade.

Durante o evento, nos dias de 7 a 10/07, tinham como função preparar o auditório, ajudar os alunos de PCC no que fosse necessário e acima de tudo ter controle de quem entrava e posteriormente dos documentos que devem ser assinados por quem assiste à apresentação. Assim, desenvolvendo algumas outras habilidades como: solução de problemas, proatividade, fala em público (novamente), etc. Além de terem a oportunidade de conhecerem mais sobre o curso e se inspirarem nos discentes que o concluíram.

Para compreender melhor o impacto da extensão universitária nos estudantes, solicitamos à nossa equipe de voluntários do apoio técnico que compartilhassem suas percepções pessoais sobre a experiência de participar do evento e das apresentações assistidas. Os relatos podem ser encontrados no Apêndice A.

Além disso, pela segunda vez, foi aplicado um questionário padronizado à equipe de apoio técnico, com o objetivo de medir o impacto da participação no evento em sua formação acadêmica. Os resultados foram organizados em tabelas e estão disponíveis no Apêndice B.

Também foi distribuído um questionário antes do início de cada apresentação do evento a fim de coletar informações gerais sobre os ouvintes. A análise do perfil do público pode ser consultada no Apêndice C.

EQUIPE APOIO TÉCNICO



AMAPOLA FERREIRA DE LIMA
ANITHA MANUELLA DA SILVA
ARTHUR GABRIEL SOARES DE OLIVEIRA
BEATRIZ MONTEIRO
BRUNO BISPO FEITOZA SANTOS
BRUNO CRUZ MOREIRA
CECÍLIA JUNG DE AZEVEDO
CHRISTOPHER WILLIAM DUHA
DAVI ARAÚJO TYMBURIBÁ RÊGO
GEOVANA DE OLIVEIRA RAIMAN
HENRIQUE ANTÔNIO GOMES DE SOUZA

JOÃO ANTÔNIO DE ASSIS PEREZ
JULIA PEREIRA SEIXAS
LUIZA BARRA MARIM
MARCO ANTONIO MARIETTO MEDEIROS
MARIA EDUARDA CARDOSO CHAGAS
PEDRO STEVAN
PEDRO HENRIQUE DE SOUZA SCARPIM
PEDRO HENRIQUE SANTOS DE OLIVEIRA
TALITA MATSUMURA ADAMOVICZ

4. RESUMOS DAS APRESENTAÇÕES

Todos os resumos deste livro foram fornecidos pelos autores. O conteúdo é de exclusiva responsabilidade de seus autores.

A Comissão Organizadora do evento Seminários de apresentação dos projetos de conclusão do curso de graduação em Engenharia Química da UFPR não se responsabiliza por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas (ou que conduzam a erro) publicadas.

Confira a seguir o resumo de cada trabalho apresentado no evento!

4.1. SÍNTESE DE BUTILGLICOL A PARTIR DA DESTILAÇÃO CATALÍTICA DO N-BUTANOL COM ÓXIDO DE ETILENO

RESUMO

O butilglicol é um solvente de grande importância industrial, com mercado em contínuo crescimento. Este trabalho apresenta o projeto de engenharia para a implantação de uma nova planta industrial, a SK Chemicals LTDA., com capacidade de 25.920 ton/ano, visando suprir a demanda nacional a partir do ano de 2030. O processo selecionado para a síntese do butilglicol e seus derivados (butildiglicol e butiltriglicol) a partir da reação entre n-butanol e óxido de etileno é a destilação catalítica, uma tecnologia de intensificação de processos que integra reação e separação em um único equipamento, promovendo maior seletividade e conversão de reagentes. O desenvolvimento do projeto foi realizado com o auxílio do software Aspen Plus®, utilizando o modelo termodinâmico NRTL e dados cinéticos validados. Foram realizados os balanços de massa e energia e o dimensionamento dos equipamentos, incluindo a coluna reativa, colunas de destilação, tanques, trocadores de calor, válvulas, bombas e suas utilidades. Adicionalmente, o estudo abrange a análise de mercado, a seleção do local de instalação em Camaçari (BA), a definição dos critérios de segurança da planta e o plano de tratamento de efluentes. Os resultados demonstram a viabilidade técnica do processo proposto, fornecendo as especificações

e condições operacionais para a construção de uma planta moderna, segura e competitiva.

PALAVRAS-CHAVE: Butilglicol; Destilação Catalítica; Etoxilação; Destilação Reativa



ABSTRACT

Butyl glycol is a solvent of great industrial importance, with a continuously growing market. This work presents the engineering design for the implementation of a new industrial plant, SK Chemicals LTDA., with a capacity of 25,920 ton/year, aiming to supply the national demand in the year of 2030. The selected process for the synthesis of butyl glycol and its derivatives (butyldiglycol and butyltriglycol) from the reaction between n-butanol and ethylene oxide is catalytic distillation, a process intensification technology that integrates reaction and separation into a single unit, promoting higher selectivity and reagent conversion. The project development was carried out using Aspen Plus® software, employing the NRTL thermodynamic model and validated kinetic data. Mass and energy balances were performed, along with the design of the equipment, including the reactive column, distillation columns, tanks, heat exchangers, valves, pumps and the utilities. Additionally, the study covers market analysis, the selection of the installation site in Camaçari (BA), the definition of plant safety criteria, and the effluent treatment plan. The results demonstrate the technical feasibility of the proposed process, providing the specifications and operating conditions for the construction of a modern, safe, and competitive plant.

KEYWORDS: Keywords: Butyl Glycol; Catalytic Distillation; Ethoxylation; Reactive distillation.



AUTORES

E-MAIL

Arthur Gandolfo Lisicki
Fernando Eishi Sato
Gabriel Pizzinatto Kulka
Matheus Polati Farinhas

arthurgandli@icloud.com
gabrielkulkabr@gmail.com
Fernandosato74@gmail.com
redantz.game@gmail.com

4.2. PRODUÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO VIA ROTA REIDL-PFLEIDERER COM CATALISADOR DE PALÁDIO

RESUMO

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é um composto amplamente utilizado em diversos setores industriais, com destaque para as indústrias de papel e celulose e têxtil. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma planta industrial para produção de H_2O_2 a 50% em massa, empregando a rota tradicional de ReidlPfleiderer, que utiliza antraquinona, com capacidade de 3 toneladas por hora. A unidade proposta visa atender à crescente demanda nacional pelo produto, impulsionada pelos recentes investimentos no setor químico. A simulação do processo foi realizada no software Aspen Plus, possibilitando a avaliação de diferentes condições operacionais, balanços de massa e energia, além da definição preliminar dos equipamentos. O projeto da planta considerou critérios de eficiência, segurança e integração de processos, servindo como base para futuros estudos de viabilidade econômica e ambiental. Também foi elaborada uma estratégia de controle para garantir a operação estável do processo, além de uma representação tridimensional da planta, mostrando sua implantação em terreno próximo à Bracell, em Lençóis Paulista-SP, favorecendo o escoamento direto da produção.

Por fim, foi realizada uma análise preliminar de viabilidade econômica, que identificou oportunidades de melhoria para subsidiar uma proposta de investimento mais robusta no futuro.

PALAVRAS-CHAVE: Peróxido de Hidrogênio; Antraquinona; Aspen Plus;



ABSTRACT

Hydrogen peroxide (H_2O_2) is a widely used compound in various industrial sectors, especially in the pulp and paper and textile industries. This work aims to develop an industrial plant for the production of 50 wt% H_2O_2 , using the traditional Reidl-Pfleiderer process based on anthraquinone, with a capacity of 3 tons per hour. The proposed unit seeks to meet the growing national demand for the product, driven by recent investments in the chemical sector. The process simulation was carried out using Aspen Plus software, allowing the evaluation of different operating conditions, mass and energy balances, and the preliminary specification of equipment. The plant was designed considering efficiency, safety, and process integration criteria, serving as a basis for future economic and environmental feasibility studies. Additionally, a control strategy was developed to ensure stable operation, along with a 3D layout of the plant illustrating its planned location near Bracell in Lençóis Paulista-SP, which would facilitate direct distribution. Finally, a preliminary economic analysis was performed, identifying improvement opportunities to support a more robust investment proposal in the future.

KEYWORDS: Hydrogen peroxide; Anthraquinone; Aspen Plus

**AUTORES**

Gabriel Bolzan
Leonardo Chaves
Rafaela Borin Olsemann
Vinicius Silveira Maleski

E-MAIL

gabriel_bolzan@hotmail.com
leonardoxaves00@gmail.com
borinrafaela@gmail.com
sm.vini311@gmail.com

4.3. PRODUÇÃO DE UREIA VIA ROTA ACES21

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor o projeto preliminar de uma planta industrial para a produção de ureia, considerando aspectos técnicos, estratégicos e sustentáveis. A rota tecnológica adotada foi a ACES21, escolhida por sua modernidade, maior eficiência energética e menor impacto ambiental. O estudo inclui a caracterização das principais matérias-primas, como o gás natural, o CO₂ e a amônia, bem como a análise de alternativas sustentáveis, como o hidrogênio renovável e o biogás. Foram elaborados os balanços de massa e energia preliminares da planta, seguidos do dimensionamento do reator de síntese de ureia e da definição de estratégias básicas de controle da unidade industrial. Além do reator, foram dimensionados todos os equipamentos principais da planta, incluindo condensador de carbamato, decomponedoras, evaporador, granulador, absorvedora e trocadores de calor, com base em dados operacionais e regras heurísticas de projeto. As respectivas fichas técnicas também foram preenchidas. O trabalho contemplou ainda um estudo das principais Normas Regulamentadoras aplicáveis à segurança da planta, promovendo alinhamento com as exigências legais de operação industrial.

A escolha da localização da unidade foi baseada na proximidade e disponibilidade das matérias-primas, bem como na infraestrutura logística da região. Foi realizado um projeto industrial mais completo, que inclui, o dimensionamento de tubulações, bocais, compressores e bombas, além de análise econômica detalhada e definição do layout da planta.

PALAVRAS-CHAVE: Ureia, Hidrogênio, Fertilizante, Balanço de Massa, Balanço de Energia, Reator.



ABSTRACT

This work aims to propose the preliminary design of an industrial plant for urea production, considering technical, strategic, and sustainable aspects. The technological route adopted was ACES21, chosen for its modernity, higher energy efficiency, and lower environmental impact. The study includes the characterization of the main raw materials, such as CO₂ and ammonia, as well as sustainable alternatives like green hydrogen and biogas. Preliminary mass and energy balances of the plant were carried out, along with the sizing of the urea synthesis reactor and the definition of control strategies for the industrial unit. The plant location was selected based on the availability of raw materials and logistical aspects. A complete industrial project was carried out, which included the sizing of pipes, compressors and pumps, as well as detailed economic analysis and definition of the plant layout.

KEYWORDS: Urea, Hydrogen, Fertilizer, Mass Balance, Energy Balance, Reactor.



AUTORES

E-MAIL

Gabriela Daphe Ramos

gabih.daphne@gmail.com

Guilherme Duarte de Brito

g.guilhermedebritoduarte@gmail.com

Guilherme Mueller Keiser

guilhermekeiser@hotmail.com

Maria Luiza Garcia Pelisson

mgcgp@hotmail.com

Matheus Felipe Ferreira

mffsnarks@gmail.com

4.4. PRODUÇÃO DE PEPTÍDEOS DE COLÁGENO BOVINO, PELA ROTA ENZIMÁTICA, COM CATALISADOR ALCALASE IMOBILIZADA.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um processo para a produção de peptídeos de colágeno bovino a partir do couro, visando o aproveitamento de resíduos da indústria frigorífica. No projeto proposto, o colágeno deve ser extraído por meio da rota alcalina acompanhada de hidrólise enzimática, utilizando a enzima alcalase, sob condições controladas de temperatura, pH e tempo, com o intuito de obter peptídeos de baixo peso molecular -menores que 6KDa - com alta biodisponibilidade. A metodologia envolveu a preparação da matéria-prima, extração do colágeno, aplicação da hidrólise enzimática e posterior análise das características físico-químicas dos peptídeos obtidos. Com a proposta indicada no projeto, é prevista uma produção de 780kg por hora de peptídeos com características adequadas para aplicações na indústria de alimentos funcionais e suplementos. Conclui-se que a utilização de resíduos da cadeia bovina representa uma alternativa viável para a geração de produtos de alto valor agregado, promovendo a sustentabilidade e economia circular da região do empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Colágeno; hidrólise; peptídeo; alcalase.

ABSTRACT

This work aimed to develop a process to produce bovine collagen peptides from leather, seeking to utilize waste from the meat processing industry. In the proposed project, collagen is to be extracted through an alkaline route followed by enzymatic hydrolysis using the enzyme alcalase, under controlled conditions of temperature, pH, and time, with the goal of obtaining low molecular weight peptides – smaller than 6 kDa – with high bioavailability. The methodology involved raw material preparation, collagen extraction, enzymatic hydrolysis, and subsequent analysis of the physicochemical properties of the obtained peptides. With the proposed approach, a production rate of 780 kg per hour of peptides is expected, with suitable characteristics for applications in the functional food and dietary supplement industries. It is concluded that the use of waste from the bovine supply chain represents a viable alternative for generating high value-added products, promoting sustainability and a circular economy in the region of the enterprise.

KEYWORDS: Collagen; hydrolysis; peptide; alcalase



AUTORES

Eduardo Saddock Koti
Gustavo de Andelis da Silva
João Vitor Siviero da Rocha
Matheus de Souza Cruz
Rafael Oliveira de Moraes

E-MAIL

eduskoti@gmail.com
gustavo.de.angelis@hotmail.com
joaorochaddo@hotmail.com
matheus_ssc@hotmail.com
rafaeloliveirademoraes0110@gmail.com

4.5. PRODUÇÃO DE NANOCELULOSE CRISTALINA A PARTIR DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR VIA HIDRÓLISE ÁCIDA

RESUMO

Resíduos lignocelulósicos industriais e agrícolas possuem um grande potencial de reaproveitamento, especialmente nos setores energético, químico e de materiais. Essas biomassas contam com celulose, lignina e hemicelulose como componentes principais, dos quais a celulose possui destaque em função dos diversos produtos que podem ser obtidos com diferentes processamentos. O bagaço de cana-de-açúcar é um resíduo bastante produzido no Brasil e que conta com alto grau de celulose, sendo uma matériaprima promissora para a produção de materiais de valor agregado. A nanocelulose é composta por unidades nanométricas de celulose e apresenta-se em três formas principais: nanocristais de celulose (CNC), nanofibrilas de celulose (CNF) e celulose bacteriana (BC). Entre suas diversas aplicações, destaca-se seu uso como aditivo em plásticos biodegradáveis, além de aplicações nas indústrias de papel, farmacêutica e alimentícia. Dessa forma, este trabalho visa ao projeto de uma indústria de produção de nanocelulose a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Foram detalhadas as formas de nanocelulose e suas aplicações, bem como as possíveis rotas de produção do produto e suas vantagens e desvantagens. Um estudo de mercado foi conduzido para a escolha de fatores importantes para a indústria, incluindo a definição da capacidade produtiva e a seleção de

Piracicaba-SP como local de implantação. Escolheu-se produzir CNC pela rota de hidrólise ácida, e foram desenvolvidos o diagrama de blocos e o fluxograma do processo. Inicialmente, o bagaço passa por tratamentos de secagem e moagem, e, em seguida, pelos pré-tratamentos químicos de polpação organossolve e deslignificação alcalina para a remoção de lignina e hemicelulose. O material com maior concentração de celulose segue para a etapa de hidrólise ácida, cujo produto é então separado, purificado e convertido em uma solução de CNC, a qual também é seca, para a comercialização do produto em pó. Seções adicionais de recuperação do etanol e ácido sulfúrico para reciclo na própria planta foram previstas. Foram realizados os balanços de massa e energia, o detalhamento cinético dos reatores e o projeto dos equipamentos do processo. Além disso, o controle da unidade foi projetado, com o P&ID de todo o processo. Foi realizado um estudo de plano de partida e parada da planta, além do detalhamento dos critérios de segurança e aspectos de tratamento de resíduos. Por fim, uma análise de viabilidade econômica demonstrou que o projeto é técnica e economicamente viável.

PALAVRAS-CHAVE: Nanocelulose; bagaço; cana-de-açúcar; nanocristais; hidrólise ácida.

ABSTRACT

Industrial and agricultural lignocellulosic residues have significant potential for reuse, especially in the energy, chemical, and materials sectors. These biomasses are primarily composed of cellulose, lignin, and hemicellulose, with cellulose standing out due to the wide range of products that can be obtained through different processing methods. Sugarcane bagasse, abundantly produced in Brazil, has a high cellulose content, making it a promising raw material to produce value-added materials. Nanocellulose consists of nanometric cellulose units and is found in three main forms: cellulose nanocrystals (CNC), cellulose nanofibrils (CNF), and bacterial cellulose (BC). Among its various applications, its use as an additive in biodegradable plastics stands out, as well as its application in the paper, pharmaceutical, and food industries. Accordingly, this work proposes the design of an industrial plant to produce nanocellulose from sugarcane bagasse. The main types of nanocellulose and their applications are presented, along with the possible production routes and their respective advantages and disadvantages. A market study was conducted to determine key industrial parameters, including the definition of production capacity and the selection of Piracicaba-SP as the plant's location. The production of CNC via acid hydrolysis was selected, and both the block diagram and process flow diagram were developed. Initially, the bagasse undergoes drying and milling, followed by chemical pretreatments including organosolv pulping and alkaline

delignification for the removal of lignin and hemicellulose. The cellulose-enriched material then undergoes acid hydrolysis, and the resulting product is separated, purified, and converted into a CNC suspension, which is subsequently dried to obtain the commercial powder form. Additional sections for the recovery and recycling of ethanol and sulfuric acid within the plant were also included. Mass and energy balances were conducted, as well as kinetic studies of the reactors and detailed design of the process equipment. Furthermore, the control system was designed, along with the complete P&ID. A startup and shutdown plan were developed, in addition to safety criteria and waste treatment considerations. Finally, an economic feasibility analysis demonstrated that the project is both technically and economically viable.

KEYWORDS: Nanocellulose; bagasse; sugarcane; nanocrystals; acid hydrolysis.

**AUTORES****E-MAIL**

Gustavo Marcondes de Barros
Lucas Hideki Minamida
Nicole Mantoani
Victor Luis Bier

gustavomarcondes@ufpr.br
lucashidekiminamida@hotmail.com
nicolemantoani@gmail.com
victorlbier@hotmail.com

4.6. PRODUÇÃO DE ERITRITOL PELA YARROWIA LIPOLYTICA A PARTIR DO USO DE GLICEROL COMO SUBSTRATO



AUTORES

E-MAIL

Emanuely Cheva Norberto
Maria Fernanda Muraski
Mayara Mizevski Cecco
Murilo Pereira de Souza

emanuelychevanorberto@hotmail.com
fernandamuraski@gmail.com
mayaracecco@gmail.com
mu_coxa@hotmail.com

4.7. PRODUÇÃO DE MONOETANOLAMINA VIA AMINIFICAÇÃO DO ÓXIDO DE ETILENO

RESUMO

O mercado de insumos químicos usados como intermediários de produção na indústria química, constitui a maior parcela de indústrias nesse ramo. Estes produtos acabam não sendo tão conhecidos pelos consumidores finais, mas, são vitais para a obtenção de produtos usados em larga escala no dia a dia. As etanolaminas, especialmente a monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA) e trietanolamina (TEA), apresentam crescente demanda em diversos setores industriais, como o de cosméticos, têxtil, farmacêutico e agroquímico, devido à sua ampla aplicação como emulsificante, neutralizante e intermediário de sínteses. A produção convencional desses compostos, baseada na reação entre óxido de etileno e amônia em reatores tubulares, apresenta pontos negativos, como alto consumo energético e necessidade excessiva de amônia e água (usada como catalisador) para obtenção de uma alta seletividade para a MEA no processo. Neste contexto, emergem nos últimos anos, diversos estudos que propõem alternativas inovadoras à produção convencional, abordando maneiras mais tecnológicas e sustentáveis de produção. Neste trabalho, propõe-se a implementação de uma planta industrial baseada em destilação reativa, com o intuito de produzir MEA com alta seletividade, utilizando menos reagentes, e menos energia em comparação com o

processo convencional. O processo teve êxito em conceber uma planta com capacidade de 2,4 toneladas por hora de MEA, com o apoio do software de simulação Aspen Plus v10, utilizado como ferramenta auxiliar para obtenção de dados termodinâmicos e de processo, que subsidiaram o dimensionamento dos equipamentos. Também foram analisados aspectos operacionais e de segurança. No entanto, a avaliação econômica indicou inviabilidade financeira nas condições estudadas, motivando a proposição de melhorias técnicas e estratégicas para tornar o processo mais competitivo e viável em escala industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Etanolaminas; produção; destilação reativa; seletividade; monoetanolamina.

ABSTRACT

The market for chemical feedstocks used as intermediates in the chemical industry represents a significant share of the sector. Although these products are not widely recognized by end consumers, they are essential to produce goods used daily on a large scale. Ethanolamines – particularly monoethanolamine (MEA), diethanolamine (DEA), and triethanolamine (TEA) – show increasing demand across several industrial sectors, such as cosmetics, textiles, pharmaceuticals, and agrochemicals, due to their wide application as emulsifiers, neutralizing agents, and synthesis intermediates. The conventional production route, based on the reaction of ethylene oxide with ammonia in tubular reactors, presents drawbacks such as high energy consumption and excessive use of ammonia and water (used as a catalyst) to achieve high MEA selectivity. In recent years, several studies have proposed innovative and more sustainable alternatives to conventional production methods. This work proposes the implementation of an industrial plant based on reactive distillation, aiming to produce MEA with high selectivity while reducing reagent and energy consumption compared to the conventional process. The proposed process successfully designed a plant capable of producing 2.4 tons per hour of MEA, with the support of Aspen Plus v10 simulation software, used as an auxiliary tool for obtaining thermodynamic and process data that supported equipment sizing. Operational and safety aspects were also evaluated.

However, the economic assessment indicated financial infeasibility under the studied conditions, which led to the proposition of technical and strategic improvements to make the process more competitive and feasible on an industrial scale.

KEYWORDS: Ethanolamines; production; reactive distillation; selectivity; monoethanolamine.



**AUTORES****E-MAIL**

Alisson Graciano Rezzadori
Lucca de Andrade Domith
Luiz Gustavo Bergamo Soldera
Sophia Casagrande do Amaral Camargo

alissonrezzadori01@gmail.com
luccadomith@gmail.com
gu.bsoldera@gmail.com
sophiacasag@gmail.com

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O VI Seminário de Apresentação dos Projetos de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Química da UFPR contou com a participação de estudantes dos períodos iniciais do curso, que não haviam participado anteriormente, atuando como equipe de apoio técnico. Suas principais funções foram auxiliar na organização, divulgação e no bom andamento do evento, colaborando diretamente com a coordenação.

Além disso, registrou-se um aumento no número e na diversidade de ouvintes em comparação com a edição anterior, refletindo um maior interesse pelas apresentações.

Dessa forma, o evento reafirma seu propósito de promover a integração e o contato entre a comunidade acadêmica e a sociedade.

APÊNDICE A - IMPRESSÕES PESSOAIS DA EQUIPE ORGANIZADORA DO EVENTO

1. OPINIÃO DE UM DISCENTE ANÔNIMO

Como você descreveria sua experiência geral atuando como apoio no evento?

Participar como apoio neste evento foi uma experiência extremamente enriquecedora. Pude acompanhar de perto todo o processo por trás de um dos momentos mais importantes da vida acadêmica: a apresentação do projeto de conclusão de curso. Estar presente no dia das apresentações me proporcionou uma visão completa do funcionamento do evento, desde a preparação até a defesa em si. Acompanhar as arguições foi, sem dúvida, o ponto alto da experiência – ver como os alunos se posicionam, como os professores conduzem os questionamentos e como todo esse diálogo constrói o conhecimento de forma crítica e madura foi muito inspirador. Certamente me ajudará quando chegar a minha vez.

Fazer parte da organização do evento possibilitou também um contato mais próximo com os professores, para além da sala de aula, como o próprio nome do projeto propõe. Ter acesso às entrevistas e atuar na sua divulgação proporcionou

uma participação ativa na construção desse momento tão significativo.

Por fim, essa vivência despertou em mim um interesse ainda maior em integrar o PEQS, não apenas como apoio, mas como membro efetivo, contribuindo diretamente para essa rede de conhecimento, diálogo e inspiração acadêmica.

2. OPINIÃO DE UM DISCENTE ANÔNIMO

Em relação a apresentar um Projeto de Conclusão de Curso, o evento permitiu que você mudasse a sua opinião sobre?

Em relação a apresentar um Projeto de Conclusão de Curso, o evento não mudou minha visão sobre a complexidade envolvida, mas ampliou meu entendimento sobre o quanto essa etapa exige responsabilidade, aplicação de todos os conhecimentos adquiridos e domínio técnico. A arguição mostrou que é preciso ir além da teoria, explorando cada etapa do processo com clareza, justificando decisões e demonstrando preocupação com aspectos ambientais, operacionais e econômicos.

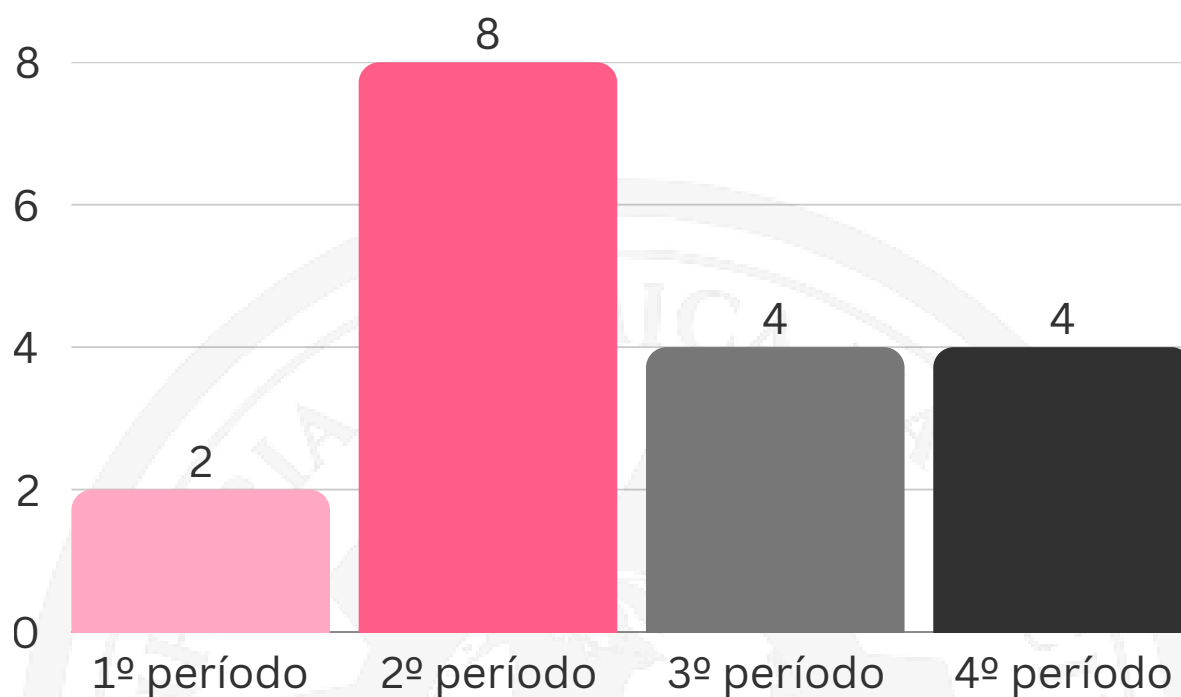
APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PARTICIPAÇÃO NA ORGANIZAÇÃO E PROMOÇÃO DO EVENTO SOBRE A FORMAÇÃO DOS DISCENTES DO APOIO TÉCNICO

O impacto da participação dos graduandos em Engenharia Química da UFPR no evento foi analisado por meio de um questionário padronizado e anônimo.

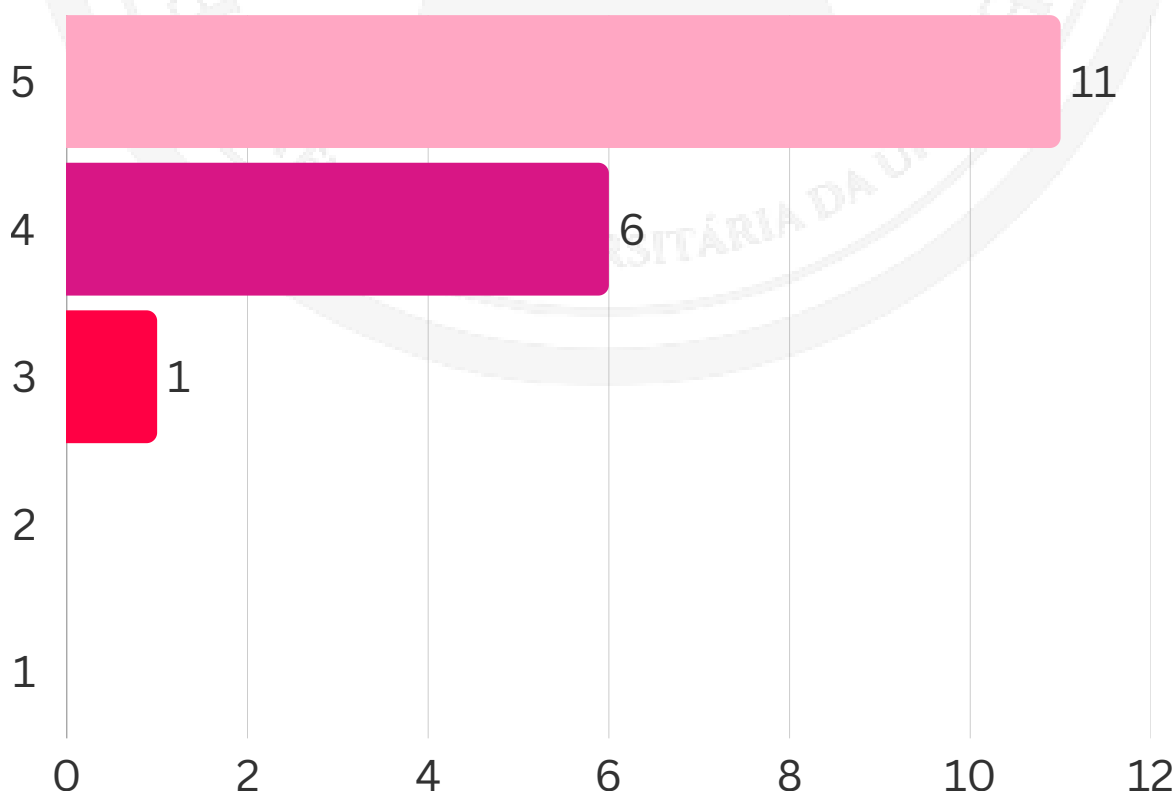
A equipe de apoio técnico é formada, em sua maioria, por estudantes dos quatro primeiros períodos do curso, que auxiliam na organização e divulgação do evento, além de interagir diretamente com os formandos e professores. Nesta edição, 18 discentes atuaram como apoio técnico.

O questionário teve como objetivo avaliar a percepção desses estudantes sobre a influência do evento em sua formação acadêmica e profissional. As perguntas e os resultados são apresentados a seguir.

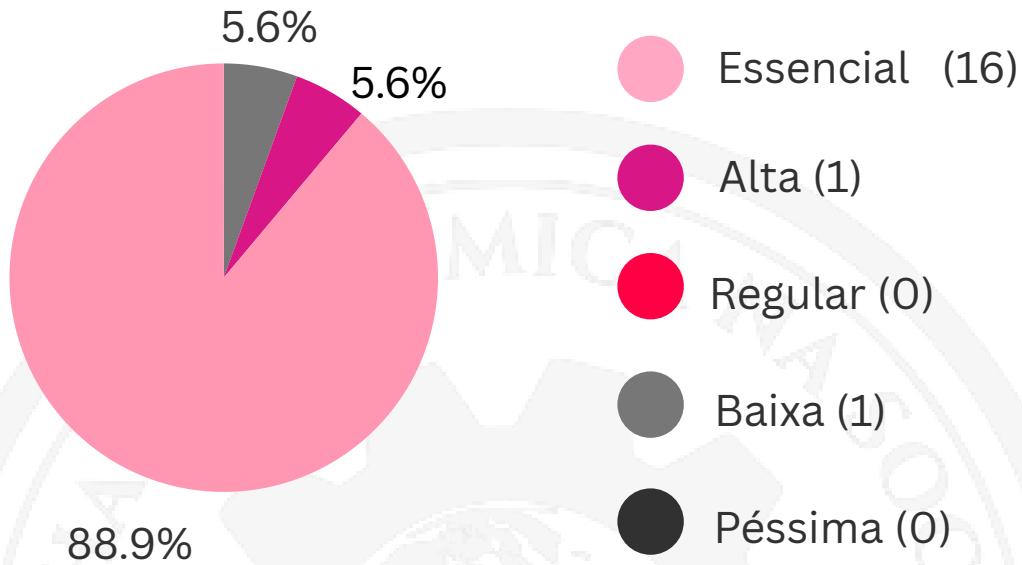
PERÍODO DOS INTEGRANTES DO APOIO TÉCNICO



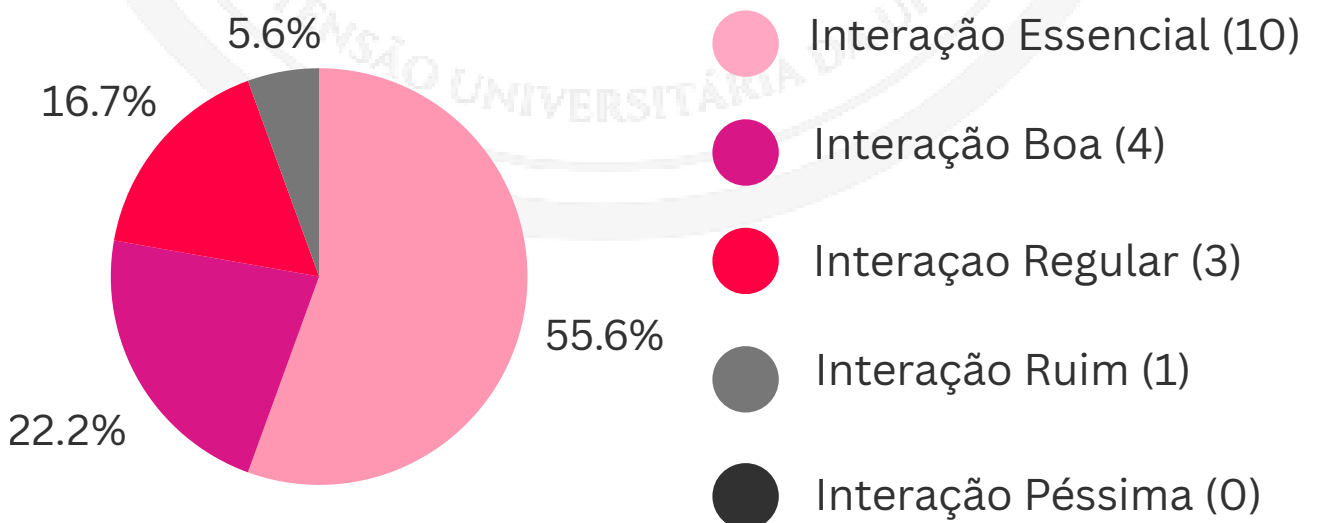
PERGUNTA 1: QUE NOTA VOCÊ DARIA PARA O EVENTO COMO UM TODO, SENDO 1 “PÉSSIMO” E 5 “EXCELENTE”?



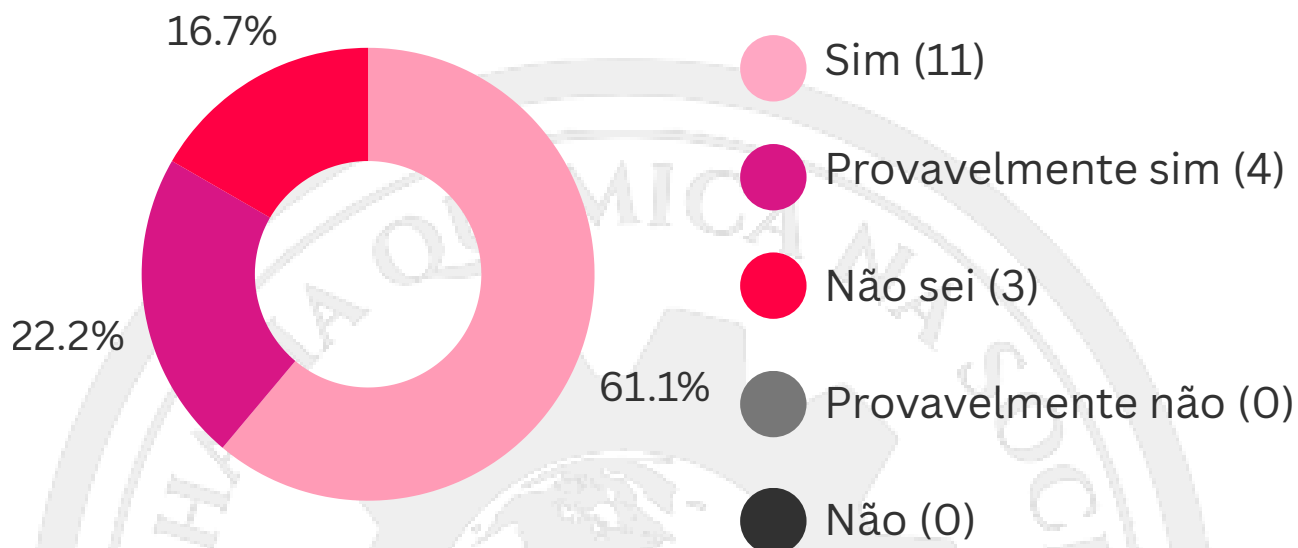
PERGUNTA 2: QUAL A IMPORTÂNCIA DE PROMOVER EVENTOS DE EXTENSÃO COMO ESTE?



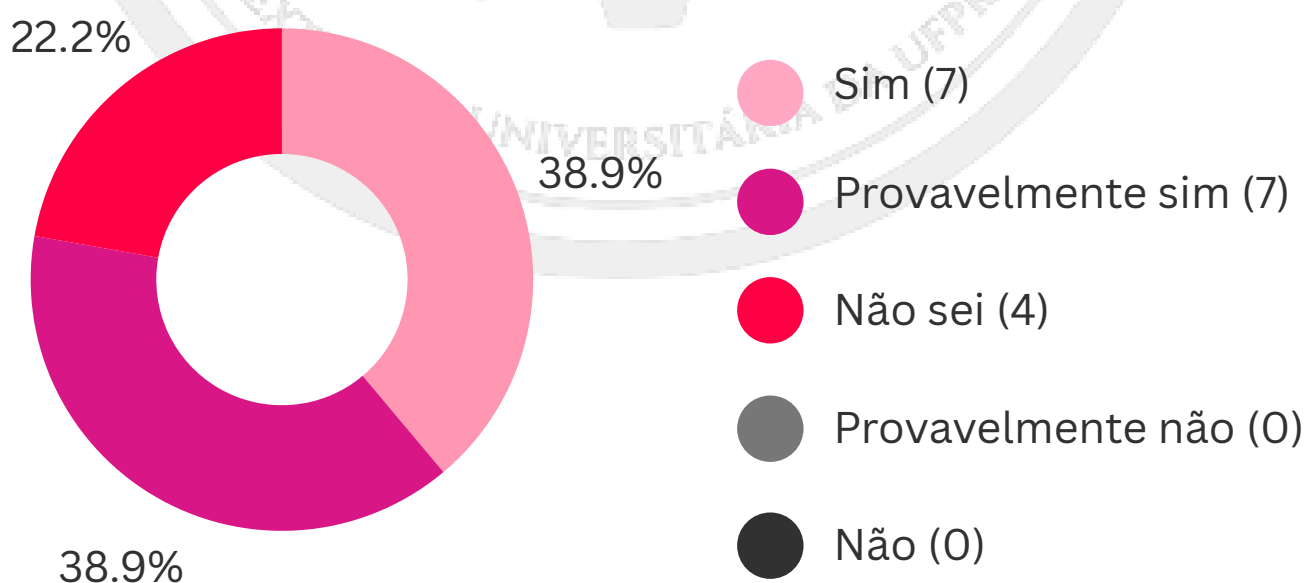
PERGUNTA 3: O EVENTO PROPORCIONOU MAIOR INTERAÇÃO ENTRE A COMUNIDADE ACADÊMICA E A SOCIEDADE?



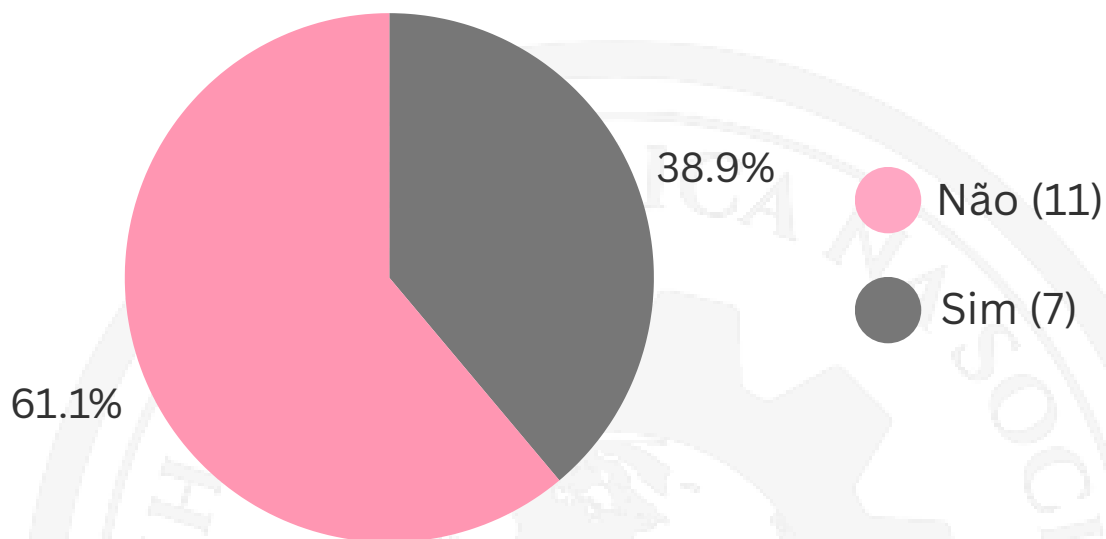
PERGUNTA 4: O EVENTO PROPORCIONOU MAIOR INTERAÇÃO ENTRE OS DISCENTES FORMANDOS E DOS PRIMEIROS PERÍODOS DO CURSO?



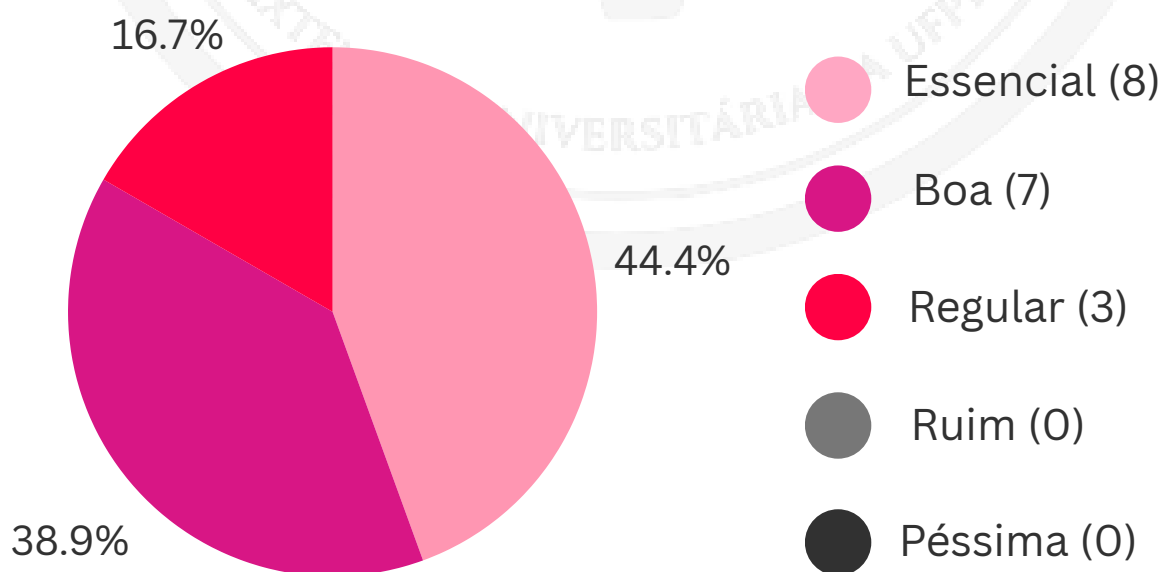
PERGUNTA 5: O EVENTO CONTRIBUIU PARA MOTIVAR OS DISCENTES DOS PRIMEIROS PERÍODOS A NÃO DESISTIREM DO CURSO?



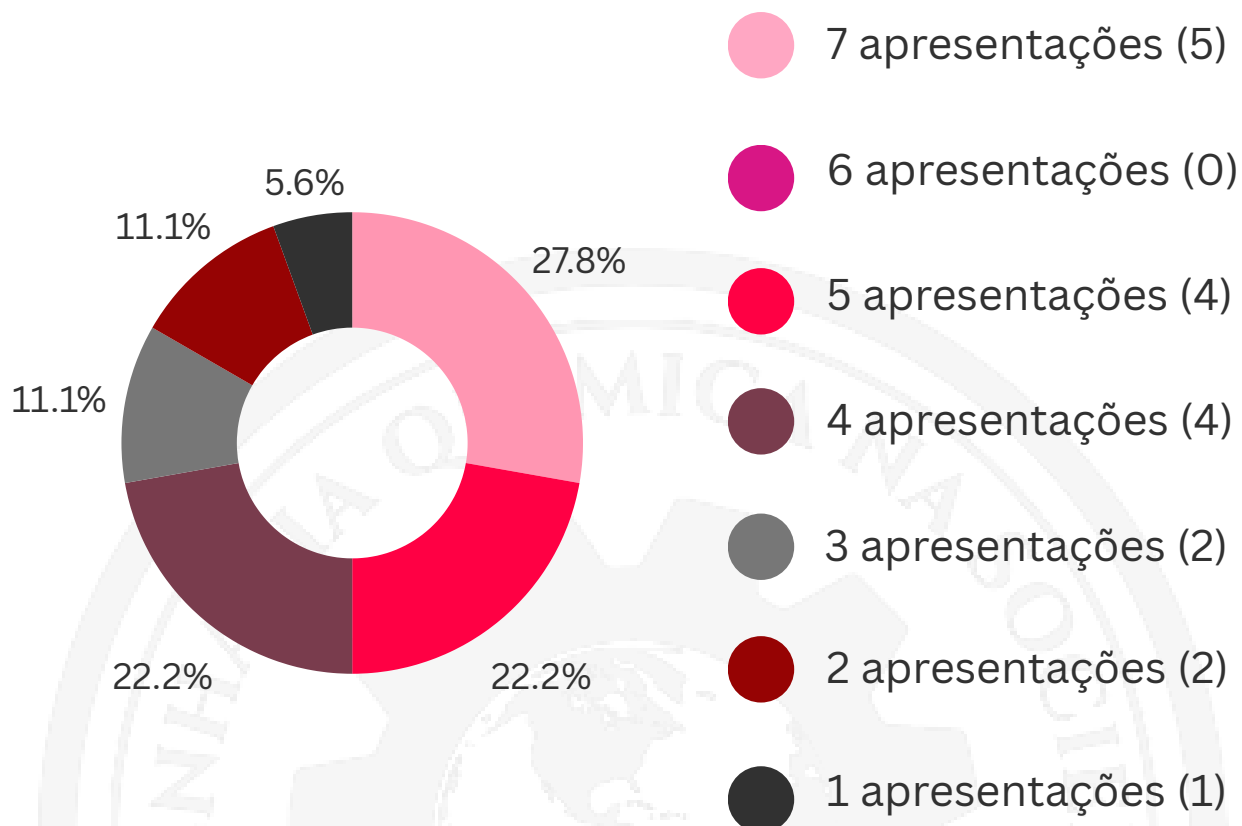
PERGUNTA 6: VOCÊ JÁ HAVIA PARTICIPADO DA ORGANIZAÇÃO DE OUTROS EVENTOS DE EXTENSÃO ANTES?



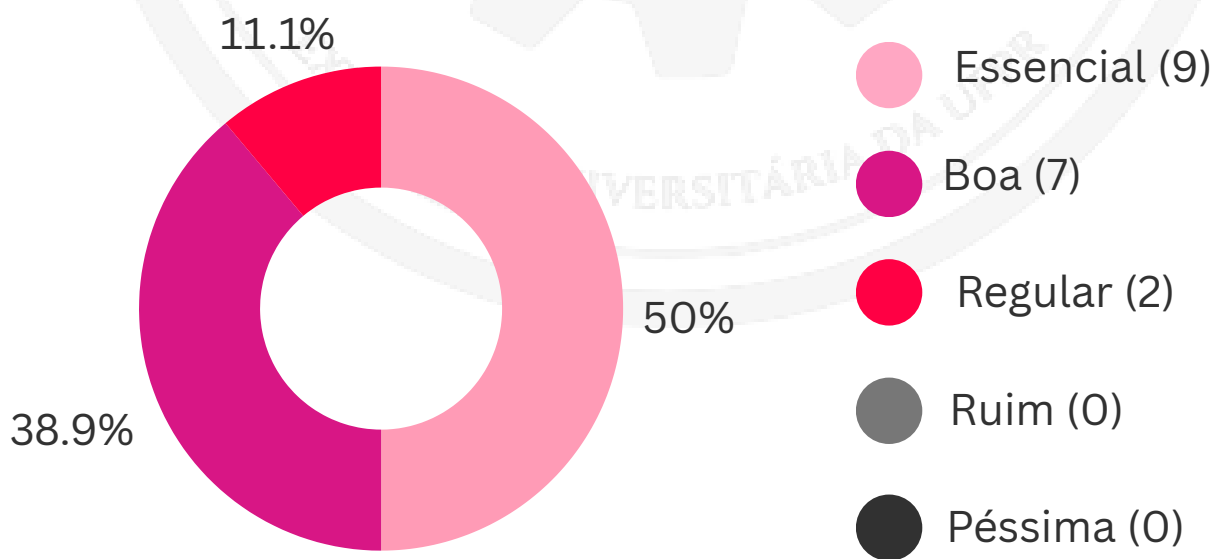
PERGUNTA 7: COMO VOCÊ CLASSIFICA A DIVULGAÇÃO DO EVENTO?



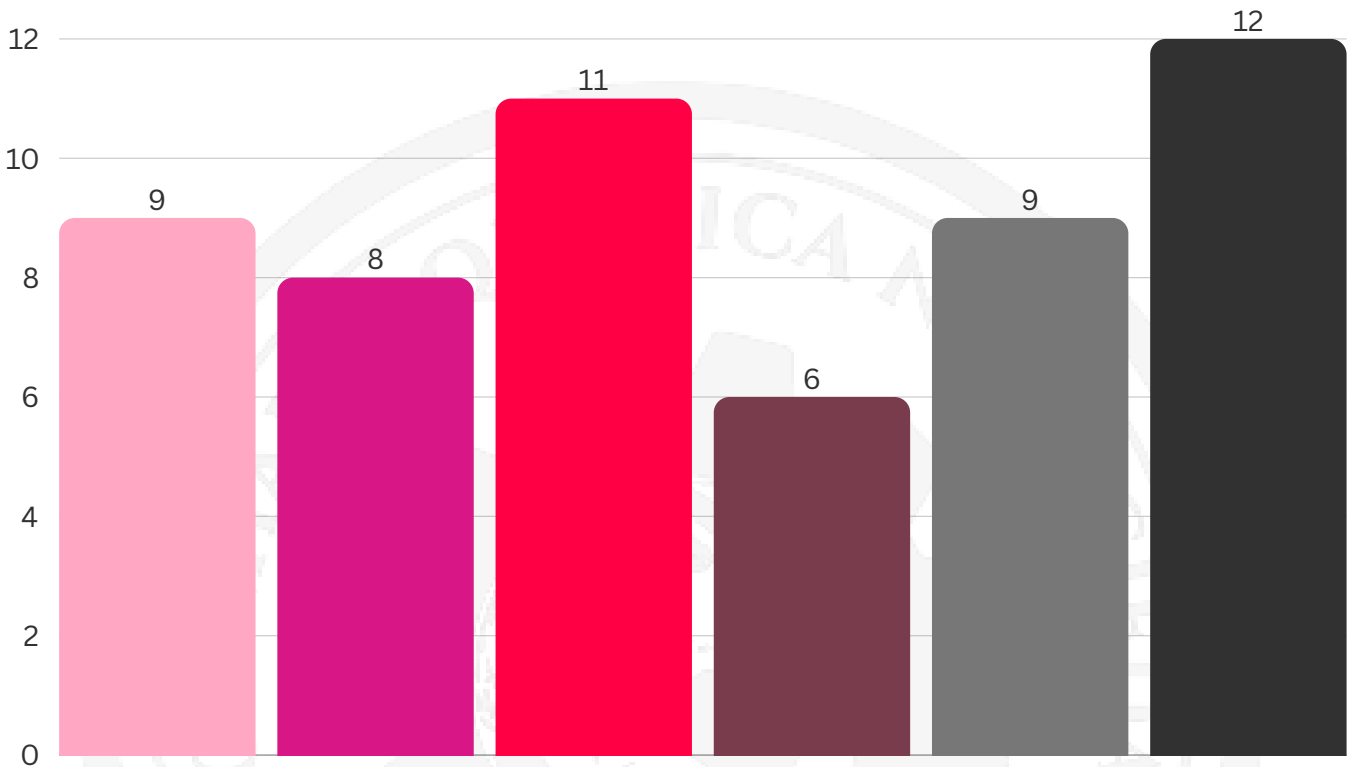
PERGUNTA 8: DE QUANTAS APRESENTAÇÕES VOCÊ PARTICIPOU?



PERGUNTA 9: COMO VOCÊ CLASSIFICA A ORGANIZAÇÃO DO EVENTO?

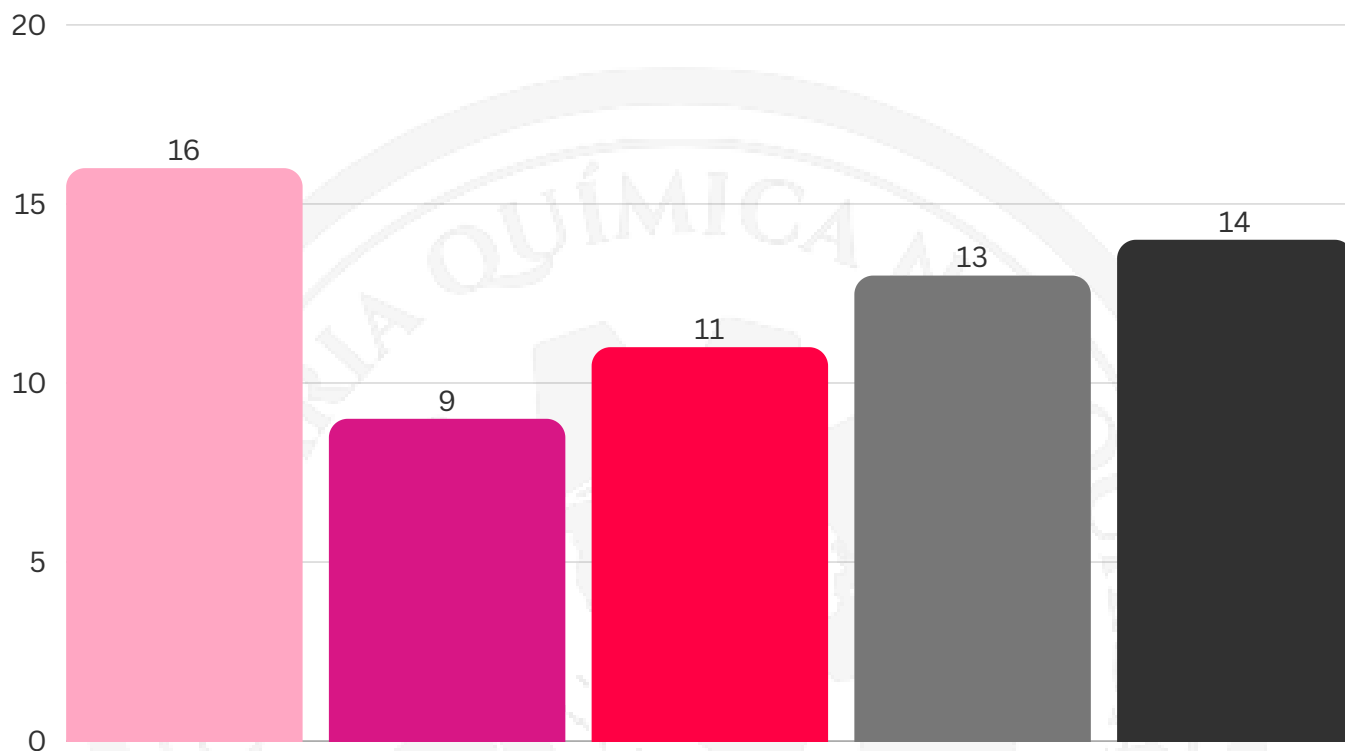


PERGUNTA 10: ASSINALE TODAS AS ALTERNATIVAS QUE CONSIDERA QUE A PARTICIPAÇÃO NO EVENTO CONTRIBUIU PARA O SEU DESENVOLVIMENTO PESSOAL.



- Trabalho em Equipe (9)
- Uso da criatividade e autonomia para lidar com ações inesperadas (6)
- Falar em Público (8)
- Gestão de tempo (9)
- Interação com diversas pessoas e pensamentos (11)
- Expansão de Networking (12)

PERGUNTA 11: ASSINALE TODAS ALTERNATIVAS QUE CONSIDERA QUE A PARTICIPAÇÃO NO EVENTO CONTRIBUIU PARA O SEU **DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL:**



● Conhecimento Prático (16)

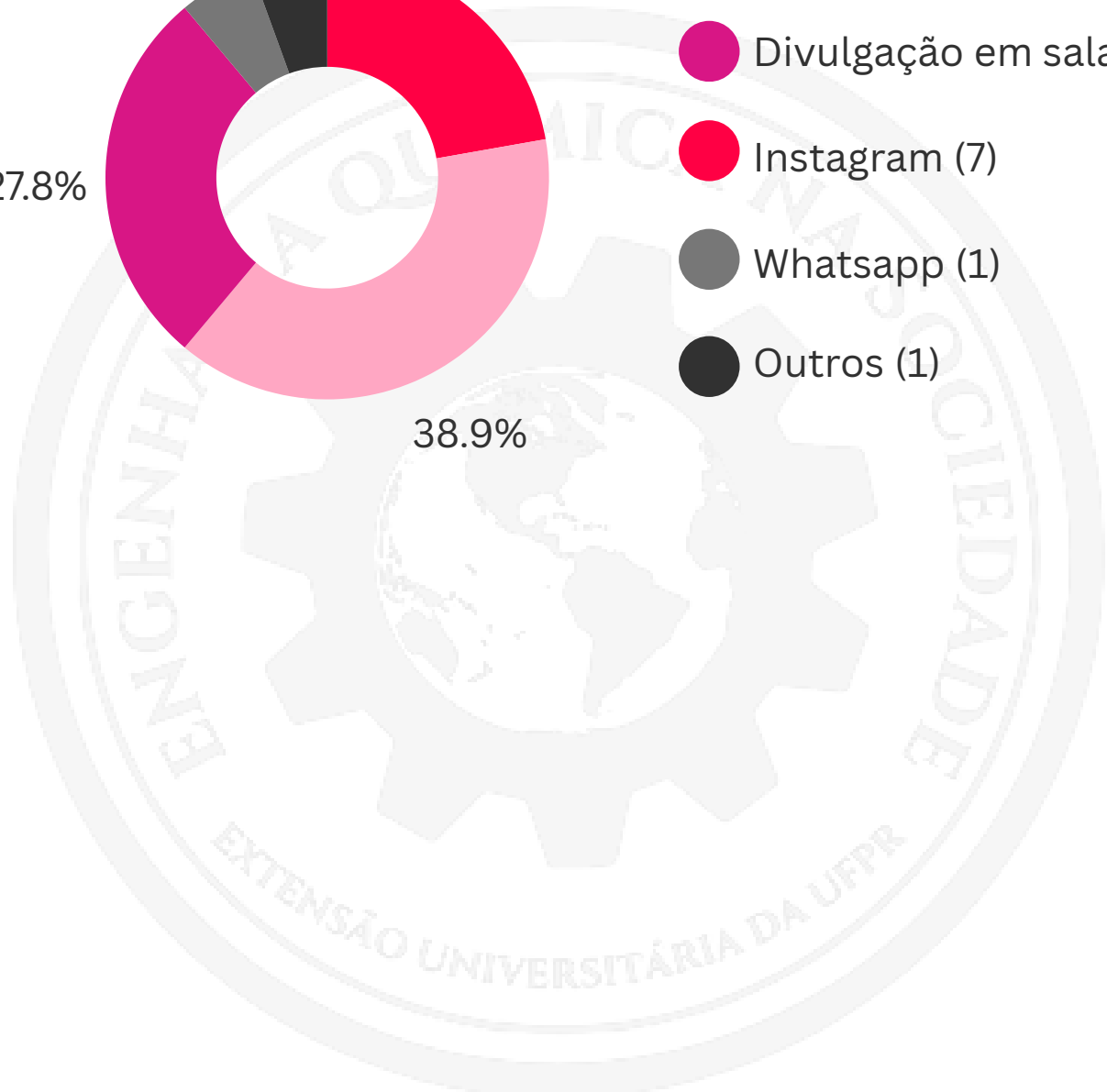
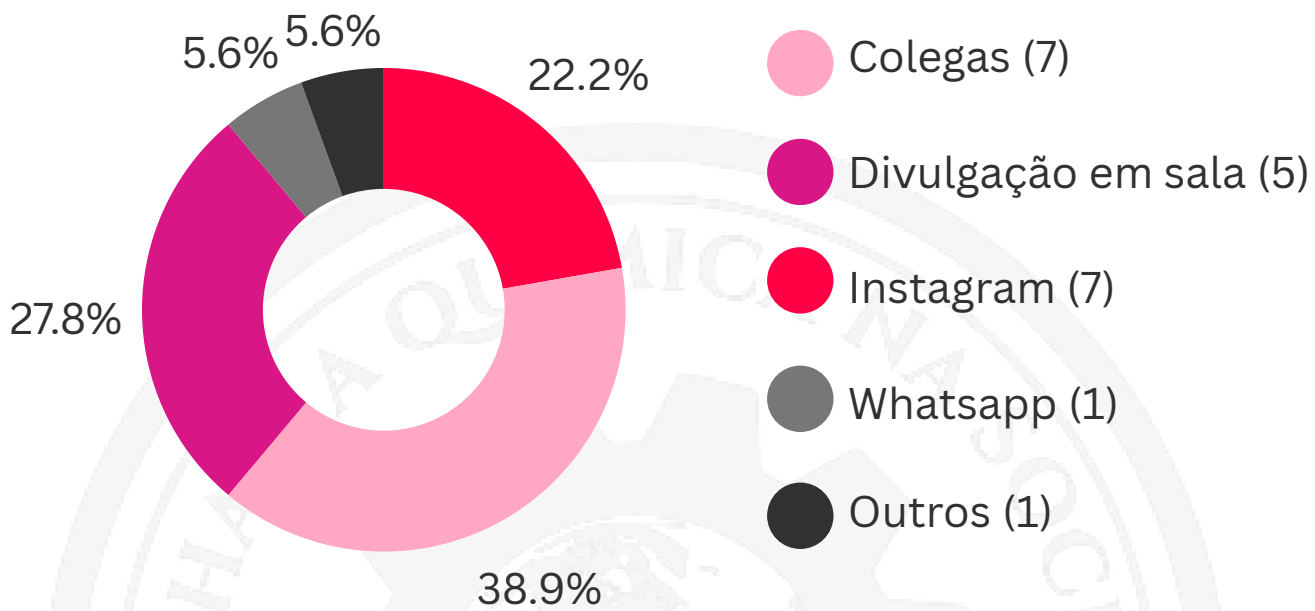
● Estimulação de conversas entre a ciência e o conhecimento do dia a dia (9)

● Interação com outras disciplinas e profissões (11)

● Percepção e desenvolvimento de habilidades para o futuro profissional (13)

● Exploração de novas oportunidades de carreira ou áreas de interesse (14)

PERGUNTA 12: COMO VOCÊ FICOU SABENDO DO EVENTO?



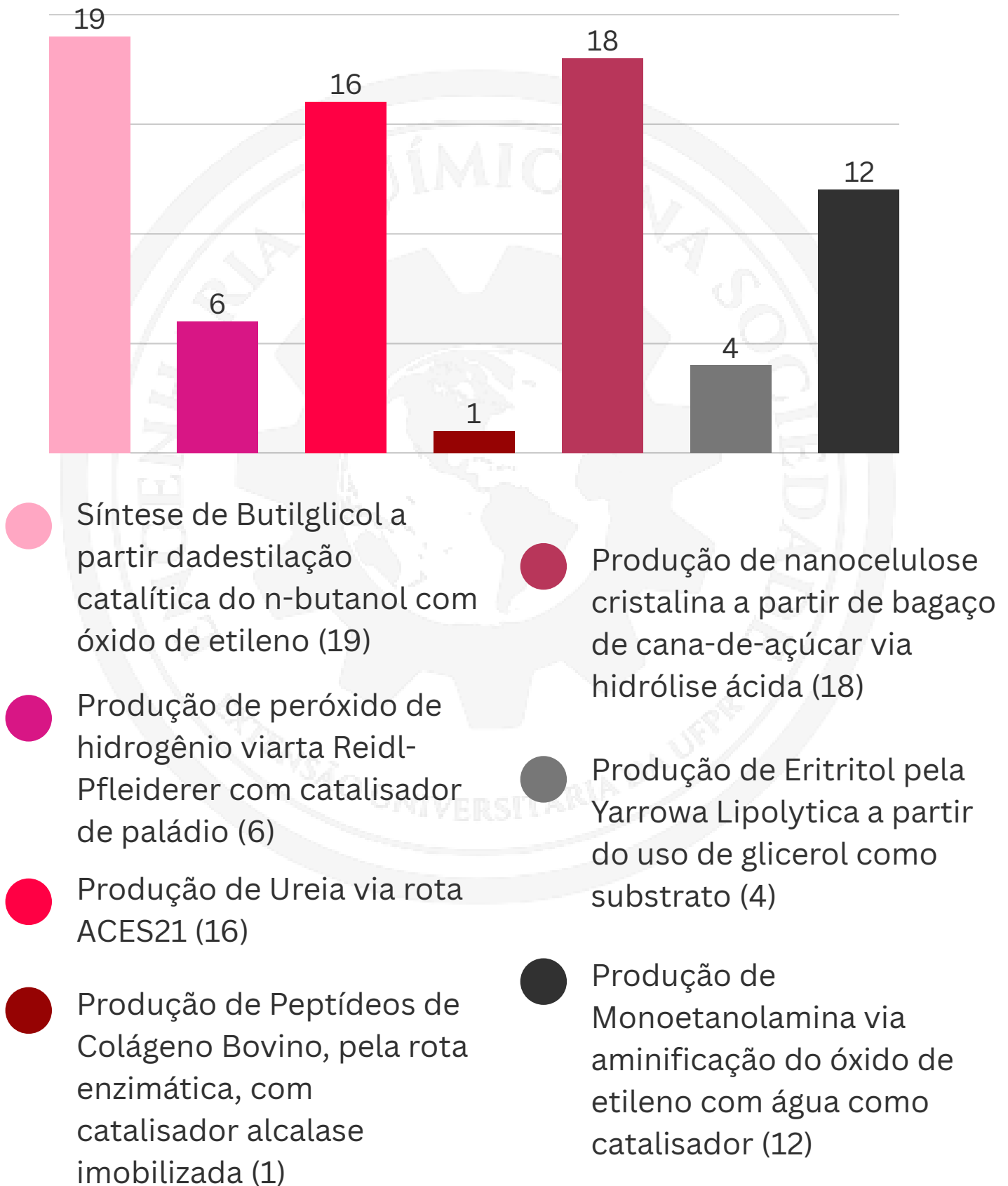
APÊNDICE C - RESULTADO DO LEVANTAMENTO DO PERFIL DO PÚBLICO OUVINTE DO EVENTO

1. ANÁLISE DE RESULTADOS: PÚBLICO PRESENTE EM CADA UMA DAS APRESENTAÇÕES

Esse questionário foi aplicado aos ouvintes de cada apresentação no VI Seminário de Projetos Finais do curso de Engenharia Química da UFPR, com o intuito de determinar o perfil do público e seus interesses. Foram registradas 76 respostas no formulário desta edição.

Analisando as respostas, havia 11 pessoas por apresentação, em média. A apresentação sobre “Síntese de Butilglicol a partir da destilação catalítica do n-butanol com óxido de etileno” teve o maior público ouvinte, com 19 pessoas. Essa apresentação representou 25% do público ouvinte que preencheu o formulário.

FIGURA 1: NÚMERO DE PARTICIPANTES OUVINTES POR APRESENTAÇÃO.



2. ANÁLISE DE RESULTADOS: PERFIL DO PÚBLICO E VÍNCULO COM A UFPR

Ao questionar a relação do participante com a UFPR, buscou-se identificar quais segmentos da comunidade, tanto interna quanto externa, tiveram maior interesse em participar do evento.

Os graduandos de engenharia química da Universidade Federal do Paraná compuseram a parcela majoritária do público, corresponderam a aproximadamente 68,4% das respostas. Em seguida, com uma participação expressiva, destacam-se os familiares e amigos dos apresentadores.

Dentre os graduandos da Universidade Federal do Paraná, também foi analisado

FIGURA 2: PERFIL DO PÚBLICO OUVINTE NO EVENTO VI SEMINÁRIOS.

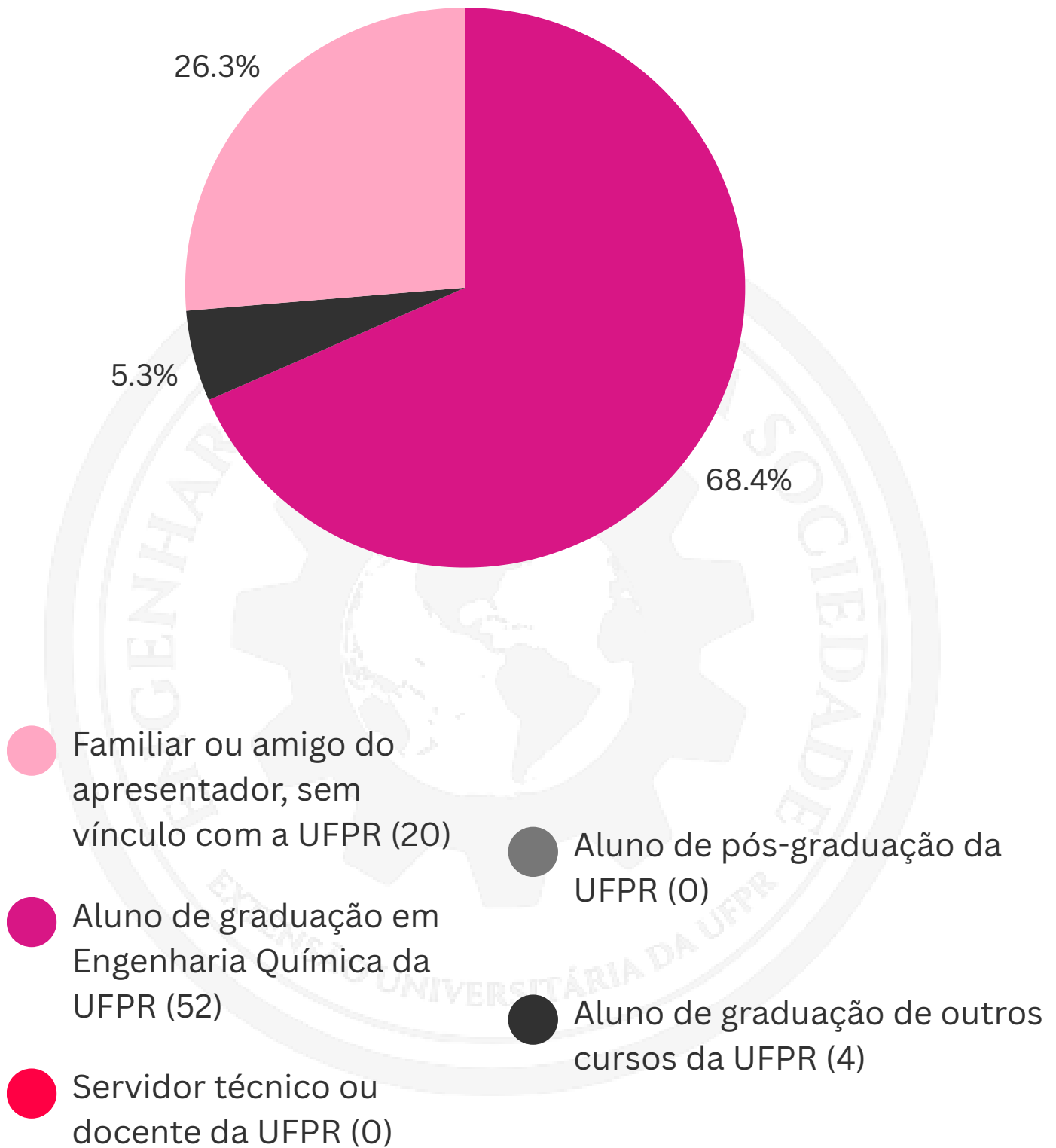
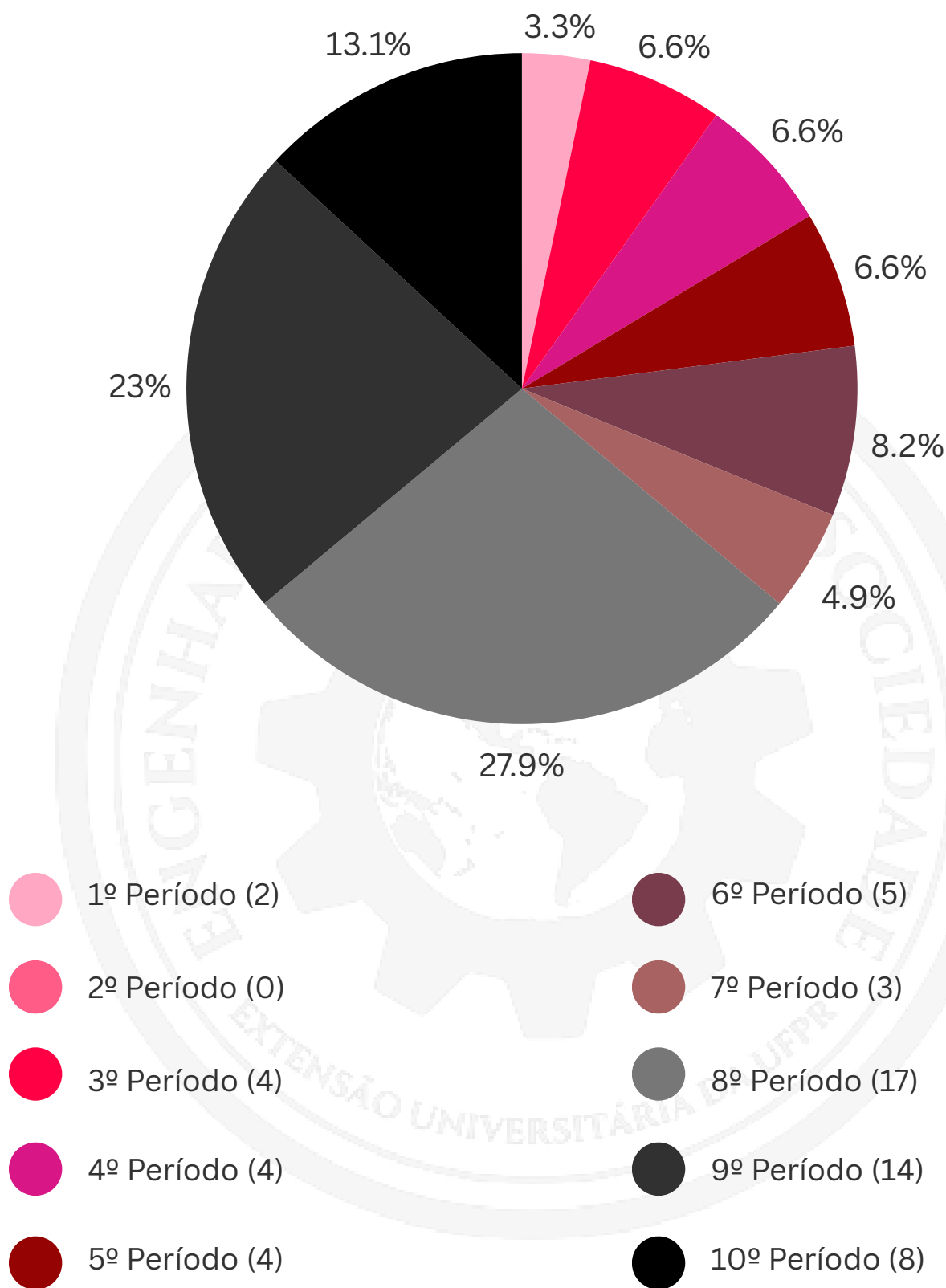


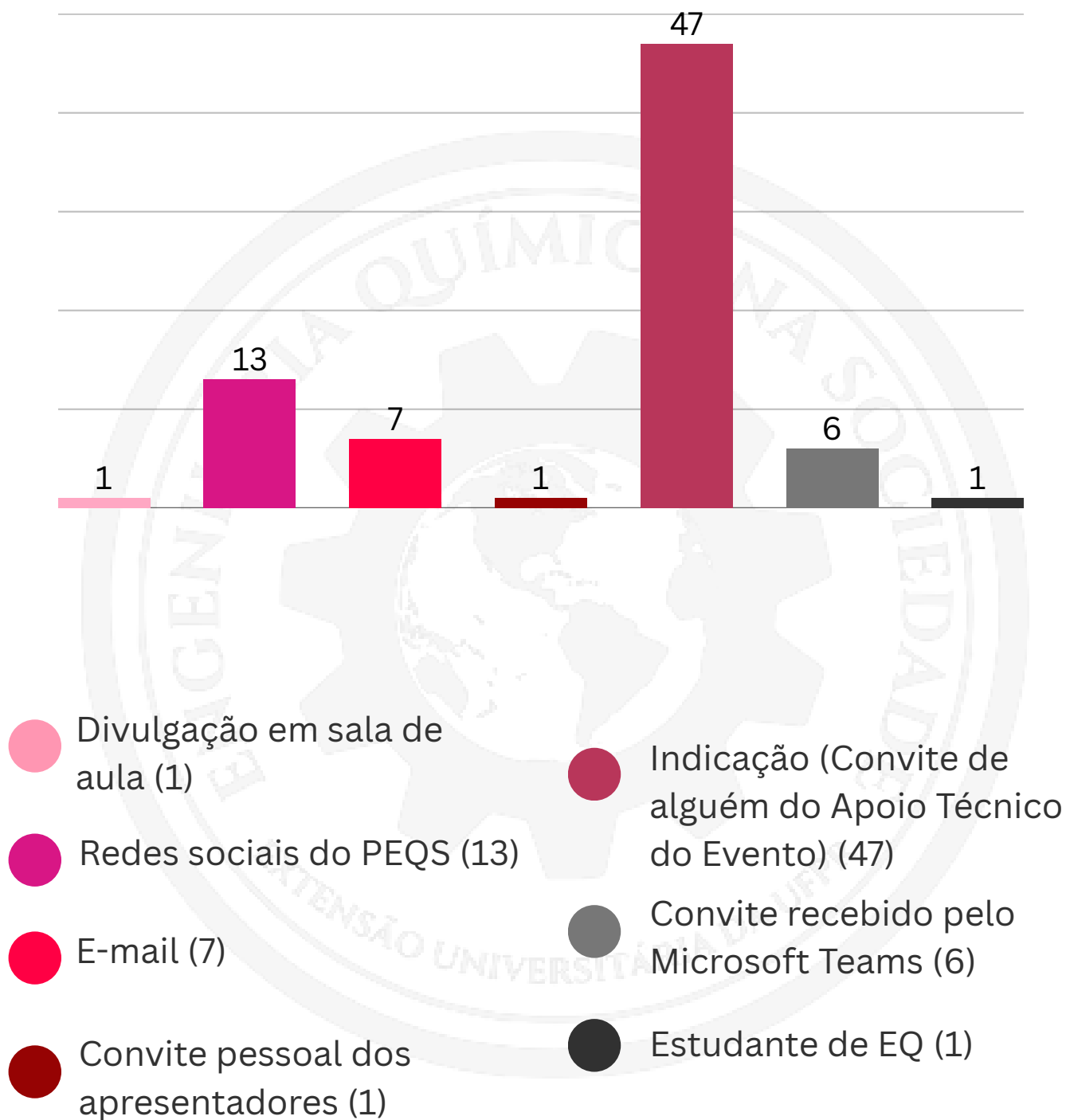
FIGURA 3: PERFIL DOS OUVINTES GRADUANDOS DA UFPR

3. ANÁLISE DE RESULTADOS: DIVULGAÇÃO DO EVENTO

Essa pergunta tem o objetivo de identificar como o público ouvinte tomou conhecimento da realização do evento, permitindo que, com os dados coletados, melhorias sejam implementadas em futuras edições.

Destaca-se a predominância do público convidado pelos apresentadores, que corresponde a 61,8% do total. Fora esta maneira, os convites do evento enviado a comunidade interna da UFPR também demonstrou certa expressividade, sendo a segunda fonte principal de divulgação, atraindo 17,1% dos ouvintes.

Com essas 76 respostas obtidas, pode-se observar também a eficácia da promoção do evento por parte do PEQS e do Apoio Técnico. Somadas, a parcela de ouvintes que encontraram o evento através das redes sociais do PEQS e a parcela que foi indicada por apoio técnico atingiram 17,1% do público total. Esses dados servirão de base para a busca de soluções e melhorias em futuras edições.

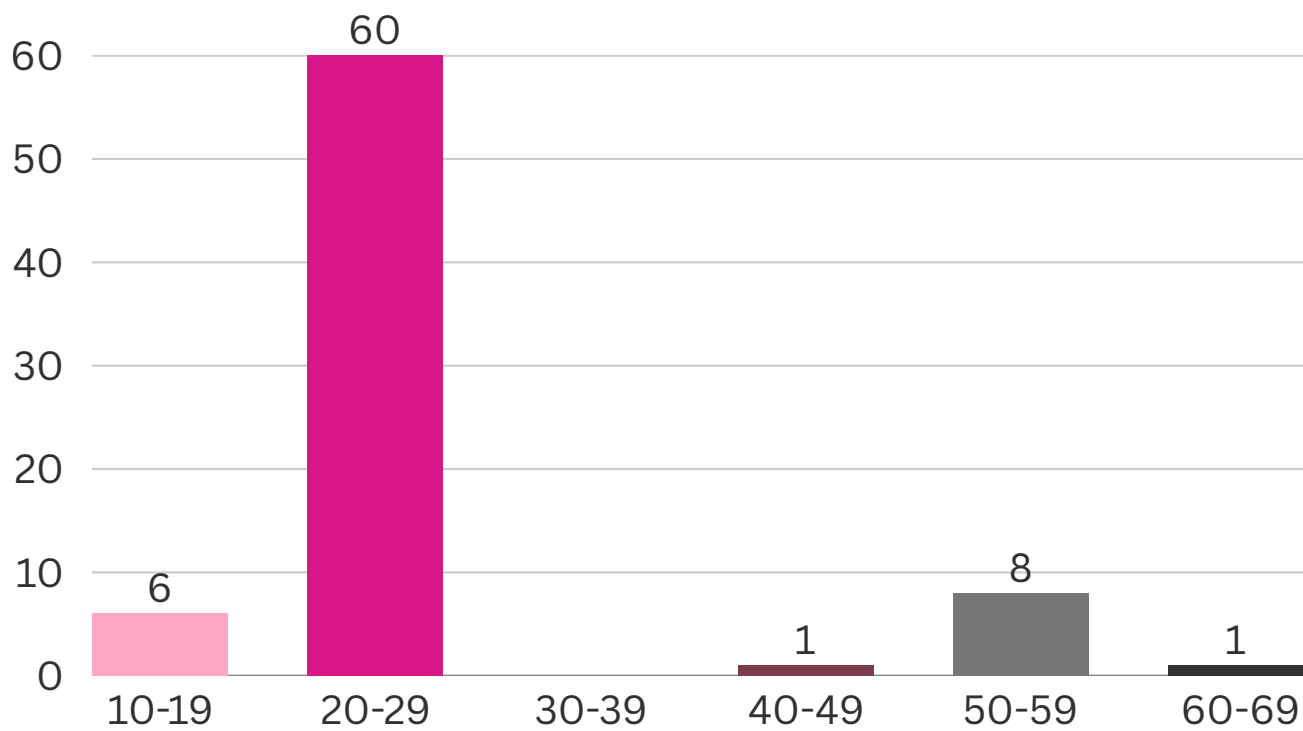
FIGURA 4: MANEIRA PELA QUAL OS OUVINTES FICARAM SABENDO DO EVENTO.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS: IDADE DO PÚBLICO OUVINTE

Ao reunir dados sobre a idade dos participantes, buscase personalizar a abordagem do evento e identificar o público-alvo mais relevante e engajado.

Ao analisar a distribuição por faixas etárias, nota-se que a maioria dos respondentes pertence ao grupo de 21 a 25 anos, totalizando 50 participantes, aproximadamente 65,8% do público ouvinte. Essa concentração sugere uma participação significativa de estudantes ou profissionais em início de carreira.

Observa-se que, abaixo dessa faixa etária se encontra uma parcela pequena de ouvintes, com apenas 8 respostas. Enquanto isso, acima de 25 anos, encontra-se um total de 18 ouvintes, representando 23,6% dos ouvintes.

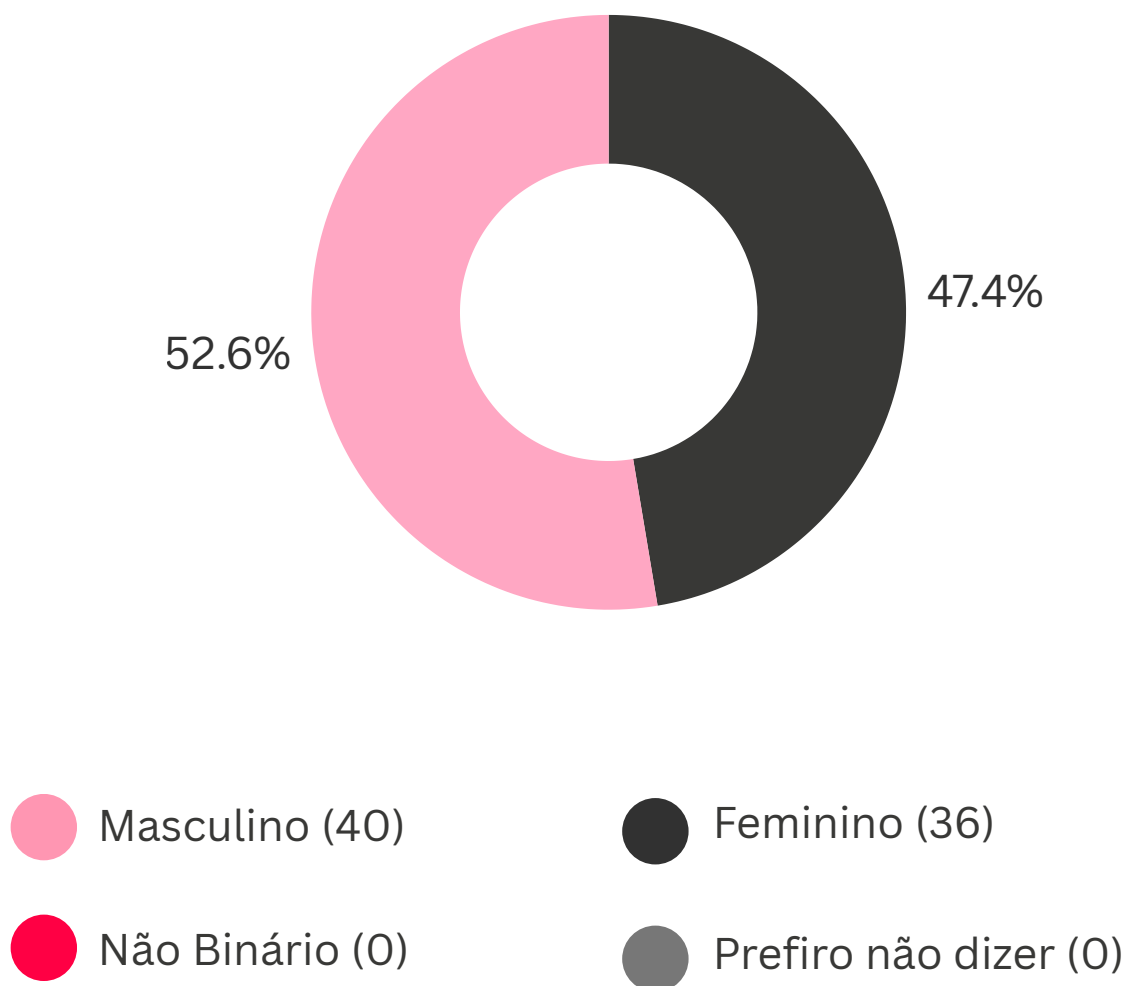
FIGURA 5: PERFIL DE IDADE DO PÚBLICO OUVINTE

5. ANÁLISE DE RESULTADOS: GÊNERO DO PÚBLICO OUVINTE

A inclusão da pergunta sobre gênero demonstra o compromisso com uma experiência mais inclusiva e respeitosa. Compreender a diversidade de identidades de gênero no evento é fundamental para garantir que todos se sintam representados e bem acolhidos.

A partir da pesquisa, observa-se que a maioria dos participantes se identifica como masculino, representando 52,6%, enquanto 47,4% se identificam como feminino. Não houveram ouvintes que se identificaram como não binário ou que preferiram não se identificar nessa edição.

FIGURA 6: IDENTIDADE DE GÊNERO DO PÚBLICO DO EVENTO.



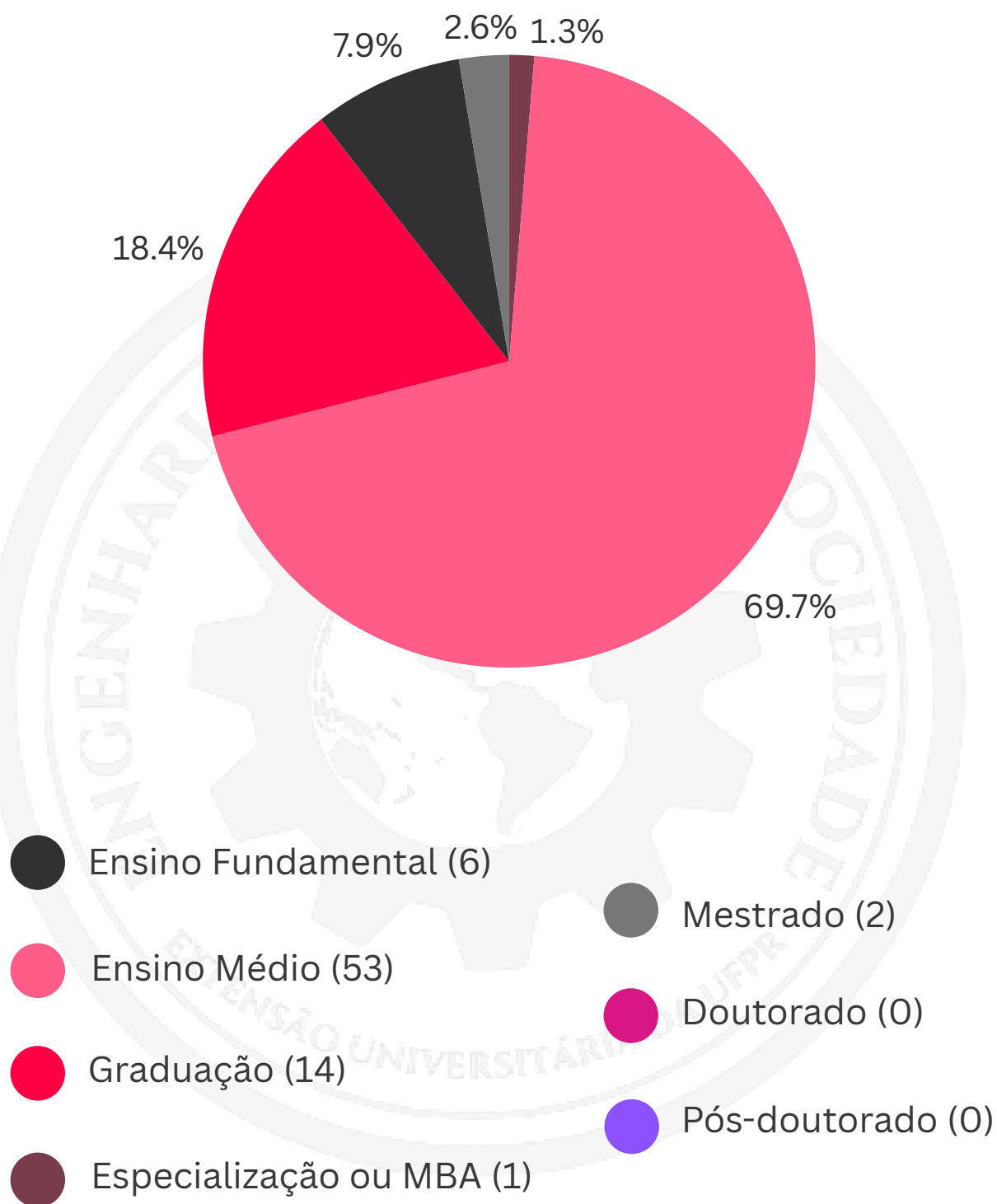
6. ANÁLISE DE RESULTADOS: NÍVEL DE FORMAÇÃO MAIS ALTO CONCLUÍDO

Essa pergunta tem como objetivo identificar o nível máximo de escolaridade de cada participante, permitindo uma compreensão mais detalhada sobre o grau de instrução do público presente.

A análise dos dados revela o seguinte panorama educacional: a maioria dos ouvintes, 69,7%, possui o ensino médio como nível de formação predominante, seguido pela graduação, que também representa uma parcela significativa de 18,4%.

Em comparação com o evento anterior, observamos que a porcentagem de cada área permaneceu bastante semelhante, indicando a formação de um público recorrente ao longo das edições.

FIGURA 7: NÍVEL DE FORMAÇÃO MAIS ALTA CONCLUÍDA DO PÚBLICO OUVINTE.



7. ANÁLISE DE RESULTADOS: OPINIÃO SOBRE AS APRESENTAÇÕES

Incluir a pergunta sobre a opinião do público em relação à apresentação assistida tem como principal objetivo obter um feedback valioso e construtivo. Essa avaliação é fundamental para aprimorar a qualidade das futuras apresentações, alinhando-as às expectativas e necessidades dos participantes.

Ao analisar as respostas, concluímos que o evento foi bem recebido e agradou os participantes, já que somente uma das avaliações abaixo de 4 estrelas. Um total de 92,1% dos participantes atribuíram a nota máxima de 5 estrelas.

FIGURA 8: NOTA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS APRESENTAÇÕES, SEGUNDO OS OUVINTES.

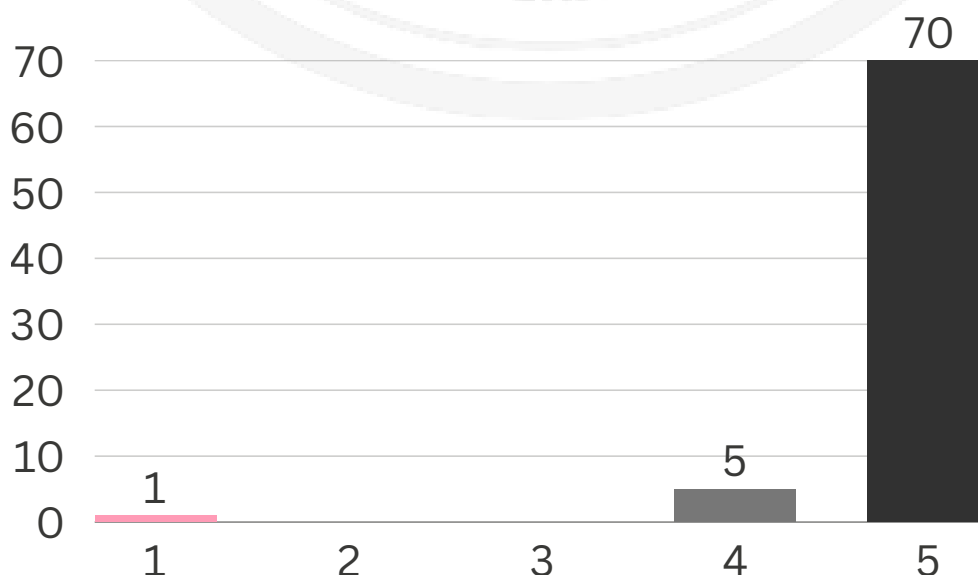


FIGURA 9: O QUE LHE MOTIVOU A VIR ASSISTIR AOS SEMINÁRIOS?