Keila Angélica Peron

Processo de *Peer Review*: funcionamento e contribuições no ensino superior de química

Tese apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Química Analítica e Inorgânica

Orientadora: Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz

São Carlos

2016

Dedicatória

Dedico esta tese ao meu marido Gerson Jr pelo carinho, razão, companheirismo, compreensão, amor e dedicação.

Aos meus pais, por me amarem, por sempre investirem em minha educação (independentemente da situação financeira que vivíamos) e por terem me ensinado a importância da educação, a ser determinada e a nunca desistir. À minha mãe, Maria Helena, por ser minha base, exemplo de força e determinação, e ao meu pai, José Álvaro (sempre presente), pois com a obtenção deste título estou realizando o seu sonho de ter uma filha doutora.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz, pela orientação, por ser um exemplo de profissional quanto ao seu comprometimento, dedicação e orientação na realização desta tese. Professora a qual eu admiro e, dentre vários motivos, destaco a organização, a competência, a habilidade de escrita e a velocidade de leitura.

Ao Instituto de Química de São Carlos, pelo apoio institucional, suporte acadêmico e pela oportunidade oferecida.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), pelo apoio e por ter me concedido o afastamento para a conclusão desta tese.

Aos alunos participantes desta pesquisa, pela disposição no decorrer e após a aplicação da proposta de ensino, quando solicitados.

À Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral, estagiária PAE na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, por me ajudar na coleta dos dados desta tese.

À Daniela Marques Alexandrino, aluna do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC e minha amiga, por ter contribuído na análise de um dos tópicos dos resultados e por me auxiliar na confecção do resumo desta tese.

A todos os meus amigos e colegas do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC: Daniela, Daniel, Erasmo Moisés, Jerino, Lea, Luciana Nobre, Nilcimar e Patrícia. Alguns ainda que colegas, porém companheiros e outros amigos e amigas que, para onde quer que eu vá, os levarei em meu coração. A todos agradeço o convívio, as contribuições na realização dessa pesquisa, as orientações, conversas, discussões sobre temas educacionais, reflexões sobre angustias, aprendizagem profissional e pessoal, aos momentos agradáveis e desagradáveis que compartilhamos e por terem me ajudado de forma direta ou indireta na conclusão deste trabalho.

À Profa Dra. Miriam Cardoso Utsumi e Profa Dra. Vânia Gomes Zuin, pelas valiosas contribuições na etapa de qualificação do presente trabalho.

À Profa. Dra. Eny Maria Vieira, minha madrinha de casamento, exemplo de ser humano e mãe acadêmica, por me acolher em sua casa durante minha permanência na cidade de São Carlos para a conclusão deste trabalho, para a qual não tenho palavras para agradecer. Por ter tornado mais doce este período de trabalho, sempre me orientando espiritualmente e me dando força para execução da minha caminhada acadêmica.

Ao meu marido Gerson Jr, pelo incentivo, compreensão, companheirismo, encorajamento, por ter lido todo meu trabalho, por compreender minha ausência, por ter viajado quase todos os finais de semana nesse período para São Carlos, por fiscalizar meu trabalho, por permanecer comigo na sala do grupo até altas horas da madrugada e por compreender todas as minhas necessidades para o meu desenvolvimento acadêmico.

Aos meus pais, José Álvaro (*sempre presente*) e Maria Helena, pelo amor, pela vida, pelo constante incentivo à minha formação e pelo encorajamento. À minha mãe pelas orações.

Aos meus irmãos Jâine e Álvaro, pela amizade, pelo amor que nos une, pelo companheirismo, encorajamento, incentivo e por terem me dado o melhor presente que os irmãos podem dar a um irmão: meus sobrinhos Duda, Lívia e Neto.

Ao amigo Alexandre, ao meu irmão de coração José Gordim, à minha cunhada Angélica e aos meus sobrinhos (Duda, Lívia e Neto), pela torcida, carinho, compreensão, incentivo e encorajamento.

À família do meu marido Gerson Jr.: Dona Edith, Sr. Gerson, as minhas cunhadas Regiane e Priscilla, a avó mais linda desse mundo Dona Antônia e a toda Família Marques pela torcida, compreensão e incentivo.

Aos meus primos Marco Juzo, Rosemeire e Regiane, por acompanharem o meu trabalho, me incentivando por mensagens e ligações.

Aos amigos que a vida me deu de presente e até hoje fazem parte da minha caminhada terrena, por torcerem por mim, pela amizade e carinho: Souza, Christina e Sr. Wilson, Roberta, Rodrigo, Eliane, Raquel, Sandra, Gabriela, Joice, Lucas Azevedo, Adriana, Beth, Michael, Maria Alice, Carla, Andréia Ativa, Fiolly, Ricardo e família De Simone, Arã, Babi, Vinícius, Juliana, Renatinho, Mari, Marina Milena, Anne, Henrique Luís e Irwin Alexander.

Aos meus alunos do Curso Técnico Integrado em Química e da Licenciatura em Química do IFSP Campus Sertãozinho, pelo incentivo e compreensão.

Aos professores, funcionários e demais servidores do IFSP Campus Sertãozinho, pelo apoio.

Aos funcionários do Programa de Pós-graduação em Química do IQSC/USP, Andréia, Daniele, Gislei e Gustavo, pela cordialidade no atendimento.

Aos funcionários da biblioteca do IQSC/USP. Em especial a Eliana, pelo tratamento sempre amável.

A Deus, por ter me dado coragem para superar os tropeços da vida.

“Você poderia me dizer, por favor, qual caminho seguir? Isso depende muito de onde você deseja chegar”

Lewis Carroll

RESUMO

Nesta tese descrevemos uma atividade didática implementada em disciplina de Comunicação Científica ministrada em Curso de Bacharelado em Química da Universidade de São Paulo que permitiu aos alunos conhecer a dinâmica do processo de *peer review* (PPR) a partir da participação no processo em si. O PPR foi estruturado em três fases: na primeira fase os alunos leram um artigo científico sobre biodiesel e escreveram um texto argumentativo com base nas vantagens e desvantagens concernentes à temática nele abordada; na segunda fase forneceram *feedback* sobre a produção textual de colegas; e na terceira fase reelaboraram o texto original a partir do *feedback* recebido. Ou seja, os alunos desempenharam o papel de avaliador e de avaliado e nenhum deles havia participado anteriormente de um PPR. Este estudo investigou a habilidade dos alunos na realização de ações inerentes ao PPR e as suas concepções sobre o processo, assim como a contribuição dele resultante na produção dos textos argumentativos. Adotamos a Análise de Conteúdo na investigação dos dados referentes às concepções dos alunos sobre o PPR e às suas habilidades na realização de ações inerentes ao processo. O Modelo de Argumento de Toulmin e o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas foram empregados na investigação sobre a qualidade dos argumentos existentes nos textos argumentativos iniciais e finais. Os resultados obtidos apontam habilidade satisfatória dos alunos no fornecimento de *feedback* de natureza construtiva aos colegas, porém indicam também habilidade restrita com relação à associação direta de julgamentos negativos existentes no *feedback* a propostas de alterações no texto avaliado. Do ponto de vista estrutural, os textos finais continham argumentos mais elaborados do que os textos iniciais. Os argumentos se baseiam em evidências que garantem a confiabilidade das informações apresentadas e foram construídos a partir de uma visão multifacetada sobre a temática biodiesel. As percepções dos alunos sobre a atividade didática indicam que a experiência vivenciada foi positiva e que favoreceu o entendimento sobre a referida temática e sobre a dinâmica do PPR, assim como o desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação. O presente trabalho poderá subsidiar o direcionamento de futuras pesquisas na área de Educação em Química, relacionadas ao desenvolvimento de propostas didáticas pautadas no PPR.

Palavras-chave: Revisão por pares. Argumentação. Ensino Superior. Química.

ABSTRACT

In this thesis, we describe a didactic activity implemented in the Scientific Communication subject taught in the B.Sc. degree in Chemistry at the University of São Paulo that enabled students to learn about the dynamics of the peer review process (PRP) by taking part in the process itself. The PRP was structured in three phases: in the first phase, students read a scientific article about biodiesel and wrote an argumentative text based on the advantages and disadvantages concerning the issue addressed in it; in the second phase, they provided feedback on their classmates' text production; and in the third phase, they rewrote the original text based on the feedback given. In other words, the students played the role of evaluator and the person being evaluated and none of them had previously taken part in a PRP. This study investigated the ability of students to perform actions inherent to the PRP and their concepts regarding the process, as well as their contribution resulting from the production of argumentative texts. We adopted the Content Analysis when investigating data on students' concepts of the PRP and their skills in performing actions found in the process. The Toulmin Pattern Argument (TAP) and The Argumentation Model of Analysis Applicable to Processes of Resolution of Socio-Scientific Issues were used to research the quality of arguments found in the initial and final argumentative texts. The results show satisfactory ability of students in providing constructive feedback to their classmates, but also indicate a restricted ability regarding the direct association of negative judgments found in the feedback to propose changes in the evaluated text. From a structural point of view, the final texts included more elaborate arguments than the initial texts. The arguments are based on evidence that ensures the reliability of the information presented and were constructed from a multifaceted view on the topic of biodiesel. The students' perceptions about the didactic activity show that the experience was positive and that it helped to understand the topic and the PRP dynamics, as well as the development of critical thinking and reasoning skills. This work could support the direction of future research in Chemistry Education related to the development of educational proposals based on PRP.

Keywords: Peer review. Argumentation. Higher Education. Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de artigos por categoria de abordagem do PPR no JCST e no JCE.....	28
Figura 2 - Número de artigos selecionados no JCE e no JCST, de acordo com as categorias sugeridas por Van Zundert, Sluijsmans e Van Merriënboer (2010).	31
Figura 3 - Fases de pesquisa da AC, de acordo com Bardin (1977).	48
Figura 4 - Resumo esquemático das fases da AC.	49
Figura 5 - Modelo de Argumento de Toulmin (2001).	50
Figura 6 - Ordem crescente de complexidade de argumentos de acordo com a metodologia proposta por Erduran et al. (2004).	51
Figura 7 - Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010), adaptado ao contexto do presente trabalho.	53
Figura 8 – Esquema representativo do PPR adotado na pesquisa.	62
Figura 9 - Número de menções por categoria das vantagens indicadas no PPR.	66
Figura 10 - Número de menções por categoria na análise das desvantagens arroladas pelos alunos ao PPR.	67
Figura 11 – Número de menções por categoria na análise das vantagens arroladas pelos alunos ao PPR no contexto educacional.	70
Figura 12 - Quantidade de critérios definidos pelas revistas e pelos alunos em cada categoria de critérios.	77
Figura 13 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto A em cada categoria de critérios.	83
Figura 14 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto B em cada categoria de critérios.	84
Figura 15 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto C em cada categoria de critérios.	85
Figura 16 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto D em cada categoria de critérios.	92
Figura 17 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto E em cada categoria de critérios.	93
Figura 18 - Quantidade de critérios utilizado pelos avaliadores do texto F em cada categoria de critérios.	94
Figura 19 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto G em cada categoria de critérios.	101
Figura 20 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto H em cada categoria de critérios.	102

Figura 21 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto I em cada categoria de critérios.	108
Figura 22 - Argumento apresentado pelo aluno Jacob no texto inicial.	119
Figura 23 - Argumento apresentado pelo aluno Jacob no texto final.	120
Figura 24 - Argumento apresentado pela aluna Lena no texto inicial.	121
Figura 25 - Argumento apresentado pela aluna Lena no texto final.	122
Figura 26 - Argumento apresentado pela aluna Anastásia no texto inicial.	123
Figura 27 - Argumento apresentado pela aluna Anastásia no texto final.	124
Figura 28 - Argumento apresentado pela aluna Hina no texto inicial.	125
Figura 29 - Argumento apresentado pela aluna Hina no texto final.	126
Figura 30 - Frequência de combinações do TAP nos argumentos dos alunos do G2.	131
Figura 31 - Justificativas e <i>backings</i> empregados nos argumentos iniciais e finais dos alunos do G2.	133
Figura 32 - Natureza dos critérios considerados pelos alunos do G2 na produção dos argumentos.	135
Figura 33 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G2 na produção dos textos.	138
Figura 34 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G2 na produção dos textos.	141
Figura 35 - Justificativas e <i>backings</i> empregados nos argumentos iniciais e finais dos alunos do G4.	151
Figura 36 - Justificativas e <i>backings</i> empregados nos argumentos iniciais e finais dos alunos do G5.	152
Figura 37 - Natureza dos critérios considerados pelos alunos do G4 na produção dos argumentos.	153
Figura 38 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G4 na produção dos textos.	154
Figura 39 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G4 na produção dos textos.	155
Figura 40 - Natureza dos critérios considerados pelos alunos do G5 na produção dos argumentos.	156
Figura 41 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G5 na produção dos textos.	157
Figura 42 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G5 na produção dos textos.	158

Figura 43 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF = Concordo Fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo e DF = Discordo Fortemente).....	163
Figura 44 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF= Concordo Fortemente, C= Concordo, I = Indeciso, D= Discordo e DF= Discordo Fortemente).....	167
Figura 45 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF= Concordo Fortemente, C= Concordo, I = Indeciso, D= Discordo e DF= Discordo Fortemente).....	171
Figura 46 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF= Concordo Fortemente, C= Concordo, I = Indeciso, D= Discordo e DF= Discordo Fortemente).....	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos localizados no JCST e no JCE, no período de 1991 a 2014, que tratam do PPR (foco principal) no ensino de química.	29
Tabela 2 – Número de menções feitas por categoria de critérios de avaliação e a média de menções.	73
Tabela 3 – Número de <i>feedbacks</i> fornecidos aos textos produzidos por cada autor pertencente a G1 a G4	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do PPR.....	22
Quadro 2 - Funções do PPR no âmbito profissional e educacional.....	24
Quadro 3 - Questões que permeiam o PPR no âmbito profissional e educacional.....	25
Quadro 4 - Artigos localizados no JCST e no JCE, no período de 1991 a 2014, que tratam do PPR (foco principal) no ensino de química.....	31
Quadro 5 - Artigos originais de pesquisa utilizados durante o semestre de aplicação da proposta e números correspondentes.....	55
Quadro 6 - Relação dos nomes fictícios dos integrantes dos grupos e número dos artigos estudados.	56
Quadro 7 - Relação dos nomes fictícios dos integrantes dos grupos, número dos artigos estudados e problema principal ai contido.	58
Quadro 8 - Vantagens indicadas com relação ao PPR, com respectivos exemplos.	65
Quadro 9 - Desvantagens indicadas com relação ao PPR, com respectivos exemplos.	67
Quadro 10 - Vantagens indicadas com relação ao PPR no contexto educacional, com respectivos exemplos.	69
Quadro 11 - Atividade individual referente ao PPR.	72
Quadro 12 – Categorias de critérios de avaliação e definição dos critérios das revistas 1 e 2.	76
Quadro 13 – Componentes dos <i>feedbacks</i> fornecidos pelos avaliadores aos textos A, B e C de autoria dos alunos do G1.	80
Quadro 14 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto A.	85
Quadro 15 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto B.	87
Quadro 16 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto C.	88
Quadro 17 - Componentes dos <i>feedbacks</i> fornecidos pelos avaliadores aos textos D, E e F de autoria os alunos do G2.	90
Quadro 18 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto D.	94
Quadro 19 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto E.	95
Quadro 20 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto F.	97

Quadro 21 - Componentes dos <i>feedbacks</i> fornecidos pelos avaliadores aos textos G e H de autoria os alunos do G3.....	99
Quadro 22 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto G.....	103
Quadro 23 - Critérios utilizados nos componentes dos <i>feedbacks</i> , julgamento positivo e negativo, fornecidos pelos avaliadores ao texto H.	104
Quadro 24 - Componentes dos <i>feedbacks</i> fornecidos pelos avaliadores ao texto I de autoria de aluno do G4.	106
Quadro 25 - Critérios utilizados nos componentes dos <i>feedbacks</i> , julgamento positivo e negativo, fornecidos pelos avaliadores ao texto I.....	109
Quadro 26 - Critérios que compõem a rubrica entregue na etapa 7 do PPR.....	116
Quadro 27 - Título dos textos iniciais e finais produzidos pelo G2 no PPR e o número de palavras contidas em cada um deles.	118
Quadro 28 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nas Figuras 22 a 29.....	126
Quadro 29 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nas Figuras 22 a 29.	127
Quadro 30 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente <i>backing</i> nas Figuras 23 a 25 e 27.....	128
Quadro 31 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nas Figuras 22 a 29.....	130
Quadro 32 - Análise dos textos de acordo com a natureza dos critérios considerados pelos alunos do G2 na produção dos argumentos.	134
Quadro 33 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G2 na produção dos argumentos.....	137
Quadro 34 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G2 na produção dos textos.....	139
Quadro 35 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.....	143
Quadro 36 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.	143
Quadro 37 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente <i>backing</i> no argumento apresentado pelo aluno Thomas do G4 no Apêndice O.	144

Quadro 38 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.	145
Quadro 39 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente refutação nos argumentos apresentados pelo aluno William do G4 no Apêndice O.....	146
Quadro 40 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.....	147
Quadro 41 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.	148
Quadro 42 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente <i>backing</i> nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.	149
Quadro 43 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.	149

Sumário

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 O PPR na comunidade científica	20
1.2 O PPR no âmbito educacional.....	24
1.3 PPR no ensino superior de química: cenário nacional e internacional.....	27
2 OBJETIVOS.....	44
3 REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	46
3.1 Análise de Conteúdo, segundo Bardin (1997)	46
3.2 Modelo de Argumento de Toulmin (2001).....	49
3.3 Metodologia de análise dos argumentos, segundo Erduran et al. (2004)	50
3.4 Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas, segundo Sá (2010)	51
4 PERCURSO METODOLÓGICO	54
4.1 Contexto da Pesquisa	54
4.2 Preparação, Aplicação e Avaliação do PPR	57
4.3 Métodos de Registro dos Dados	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
5.1 Concepções dos graduandos em química referentes ao PPR.....	64
5.2 Habilidades dos graduandos em química na realização de ações inerentes ao PPR .	71
5.2.1 Definição dos critérios de avaliação de textos argumentativos.....	73
5.2.2 Pertinência dos critérios de avaliação de textos argumentativos.....	75
5.2.3 <i>Feedback</i> fornecido aos pares: teor dos julgamentos dos textos e alterações propostas.....	78
5.2.4. Considerações e desdobramentos dos critérios de avaliação dos textos argumentativos e dos feedbacks fornecidos aos pares.....	111
5.3 Argumentos nos textos iniciais e finais produzidos no PPR.....	117
5.3.1 Análise estrutural e conceitual dos argumentos do G2.....	118
5.3.2 Análise dos argumentos do G2, segundo o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010)	133
.....	138
5.3.3 Análise global dos argumentos iniciais e finais do G2, G4 e G5.....	142
5.3.4 Considerações sobre os argumentos nos textos iniciais e finais produzidos no PPR	159
5.4 Avaliação dos alunos frente ao PPR	161
5.4.1 Primeiro bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR.....	162

5.4.2 Segundo bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR.....	166
5.4.3 Terceiro bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR.....	170
5.4.4 Quarto bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR	173
5.4.5 Considerações sobre a avaliação dos alunos frente ao PPR	177
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
7 REFERÊNCIAS	184
APÊNDICE A - Cronograma das atividades desenvolvidas na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II.	195
APÊNDICE B - Termo de consentimento e Informação.	196
APÊNDICE C - Atividade 1 sobre questões concernentes ao artigo científico.	198
APÊNDICE D - Atividade 2 sobre questões concernentes ao artigo científico.	199
APÊNDICE E - Atividade 3 aplicada sobre questões concernentes ao artigo científico.	200
APÊNDICE F- Questionário de caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	202
APÊNDICE G - Atividade individual referente ao PPR (Etapa 4).....	203
APÊNDICE H - Rubrica apresentada para subsidiar a elaboração e análise dos textos produzidos referentes aos artigos científicos.	204
APÊNDICE I - Textos produzido na Etapa 1 do primeiro ciclo do PPR, com os títulos iniciais e número de avaliações recebidas por cada autor.	205
APÊNDICE J - Textos produzido na Etapa 8 do segundo ciclo do PPR, com os títulos iniciais e número de avaliações recebidas por cada autor.	206
APÊNDICE K - Questionário de avaliação do PPR.	207
APÊNDICE L - Critérios de avaliação gerados pelos alunos, para avaliar os textos argumentativos, agrupados em seis categorias.	209
APÊNDICE M - Critérios de avaliação utilizados pela revista científica 1.....	212
APÊNDICE N - Critérios de avaliação utilizados pela revista científica 2.	213
APÊNDICE O - Textos iniciais e finais dos alunos do G2, G4 e G5 (originais e argumentos, segundo Toulmin).....	214

1 INTRODUÇÃO

Considerações tecidas tanto na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96) quanto nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (BRASIL, 2001) sugerem a relevância de uma formação mais abrangente do alunado. Para tanto, é fundamental a inclusão nos currículos institucionais de assuntos que desencadeiem reflexões sobre solidariedade, ética e cidadania, por exemplo. A busca do conhecimento de forma autônoma e o desenvolvimento do senso crítico, que propiciam o aprendizado, a interpretação e a busca de soluções coerentes frente a situações distintas, são entendidos como fundamentais nessa nova perspectiva.

Em virtude do exposto acima e da crescente complexidade das tarefas requisitadas dos profissionais em várias áreas, a educação moderna valoriza, cada vez mais, a autoaprendizagem e a aprendizagem colaborativa (SILVA; SOARES, 2013; TORRES; ALCANTARA; IRALA, 2004). A autoaprendizagem, segundo Malcom Knowles (1975), pioneiro no estudo sobre aprendizagem de adultos, é um processo

[...] em que os indivíduos tomam a iniciativa, com ou sem a ajuda de outros, diagnosticando suas necessidades de aprendizagem, formulando objetivos de aprendizagem, identificando os recursos humanos e materiais para a aprendizagem, escolhendo e implementando estratégias de aprendizagem apropriadas, e avaliando os resultados da aprendizagem (KNOWLES, 1975, p.18).

A aprendizagem colaborativa, por sua vez, implica em esforço conjunto de duas ou mais pessoas na realização de atividades que impliquem em aprendizado a respeito de algo (DILLENBOURG, 1999). A inserção do processo de *peer review* (PPR) no contexto educacional pode favorecer a ocorrência de ambos (VAN ZUNDERT; SLUIJSMANS; VAN MERRIËNBOER, 2010) e acrescentar ainda outros elementos capazes de subsidiar a formação mais abrangente dos alunos, conforme sugerem documentos curriculares oficiais.

A revisão por pares ou *peer review* é, originalmente, um dos recursos adotados pela comunidade científica para avaliação dos trabalhos produzidos por pesquisadores de uma mesma área do conhecimento (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007).

No entanto, ela tem sido também empregada no contexto educacional e nessa situação o PPR pode ser descrito como um processo pelo qual os alunos avaliam ou são avaliados pelos seus pares. Ao longo das últimas três décadas, pesquisas têm revelado o impacto positivo da aplicação do PPR em ambientes de ensino, o que justifica a recomendação da sua realização, principalmente em cursos de nível universitário, por educadores de diversas áreas (TOPPING, 2003; KOLLAR; FISCHER, 2010).

No ensino superior de ciências, o PPR ocorre de várias maneiras, variando de face a face, na sala de aula, para anonimamente, em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Os objetivos do PPR incluem o aprimoramento da escrita dos alunos, aprofundamento de entendimentos conceituais e ampliação da motivação e da responsabilidade para aprender. Outra razão para a realização do PPR é permitir aos alunos que estabeleçam entre si interações semelhantes às que ocorrem na comunidade científica, tendo em vista a construção, revisão e disseminação de conhecimentos sobre o mundo natural (TRAUTMANN, 2009).

Os benefícios potenciais de aprendizagem entre pares em ambientes de ensino de química têm também sido reconhecidos. No trabalho de Oliveira, Porto e Queiroz (2014), por exemplo, as análises indicaram que atividades dessa natureza podem favorecer uma melhor compreensão de alguns aspectos da prática científica. Os autores destacam ainda o potencial do PPR para a apropriação de características do discurso da ciência por parte dos graduandos em química. Tal apropriação pode se traduzir na melhora da escrita científica e da capacidade de argumentação (MOTAVALLI; PATTON; MILES, 2007; STOUT, 2011; BIROL et al., 2013).

Nessa perspectiva, acreditamos que existe a necessidade premente do desenvolvimento de estudos que forneçam subsídios tanto aos alunos quanto aos professores para a efetivação de PPR consistentes no contexto educacional, especialmente no ensino de química. Assim, na execução da presente pesquisa, nos juntamos ao rol de pesquisadores que buscam contribuir para o progresso da discussão sobre a temática.

Nos tópicos a seguir estabelecemos relações entre o PPR na comunidade científica e no contexto educacional e discutimos resultados advindos de levantamento bibliográfico realizado com o intuito de situar o leitor no contexto da nossa pesquisa.

1.1 O PPR na comunidade científica

O PPR é uma das formas mais primitivas de tentar avaliar a qualidade das publicações científicas (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007), cujo princípio está baseado em que a comunidade acadêmica abrange todos os conhecimentos necessários, dentro do seu escopo, para avaliar o mérito ou demérito das propostas apresentadas, além de contribuir para a melhoria dos trabalhos. O que, em última instância, representaria ganhos qualitativos para a construção do conhecimento em determinada área. Este modelo é considerado também a forma mais tradicional para a avaliação de trabalhos a serem publicados em eventos ou em periódicos, bem como de projetos de pesquisa que concorrem a financiamento (BINOTTO; HOFF; SIQUEIRA, 2008).

As duas primeiras publicações especializadas em ciência começaram a circular há mais de 350 anos na França e Inglaterra. Em janeiro de 1665 passou a circular o *Journal des Sçavans* e em março do mesmo ano, o *Philosophical Transactions*. Desde então, muitas foram as alterações sofridas por publicações dessa natureza, visando a sua adequação às mudanças ocorridas na própria comunidade científica ao longo do tempo. Nesse contexto, segundo Pessanha (1998), as cartas que os cientistas trocavam entre si para compartilhar os resultados de suas pesquisas foram paulatinamente trocadas por manuscritos revisados de forma crítica pelos pares. Dessa forma, ocorre o surgimento do sistema de avaliação entre os membros da comunidade científica por volta de cem anos após a publicação das publicações pioneiras.

De acordo com Davyt e Velho (2000), o PPR é parte integrante da construção do conhecimento científico, sendo a avaliação no PPR resultante de um processo não apenas científico, mas também social, que se origina na busca de consenso sobre as afirmações científicas. Demo (1996) e Rodrigues (2002), por sua vez, destacam que o avaliador deve estar presente em todo o processo e que a possibilidade do avaliado se expressar quanto à avaliação deve também existir. Esta deve ser transparente, clara e argumentada, para que permita ao avaliado expor a sua defesa e reconstruir assim o seu próprio conhecimento. O trabalho coletivo (avaliador e avaliado) resultante do PPR é imprescindível na garantia da eficácia do processo. Para tanto, requisitos essenciais são reforçados por Demo (1996):

Não faz sentido um processo avaliativo que tenha como resultado típico a exclusão do avaliado (...), um processo avaliativo no qual o avaliado não tenha chance de defesa (...), não pode conviver com procedimentos sigilosos (...), a autoridade do avaliador emerge do mérito historicamente comprovado e sempre questionável (...), não se pode ocultar atrás de auto-avaliações (...), avaliação é instrumento necessário e permanente de seu processo de qualificação histórica (DEMO, 1996, p. 34 - 35).

Cabe destacar ainda que o PPR também pauta muitas das ações oriundas das agências de fomento, quando costuma ser aplicado com o intuito de manter a autonomia na distribuição dos recursos destinados à pesquisa científica e a afastar do controle social (DAVYT; VELHO, 2000, BINOTTO; HOFF; SIQUEIRA, 2008).

Com a garantia de que somente os cientistas revisem o trabalho de seus pares, não há a necessidade de interferência de outros agentes no PPR, o que preserva o seu objetivo. Assim, a autonomia da ciência estaria preservada por meio da utilização de mecanismos reguladores, de modo que a prerrogativa de se tornar avaliador estaria solidamente embasada nos critérios relacionados à excelência da produção científica e à formação acadêmica do indivíduo.

O PPR, no entanto, também é passível de condutas antiéticas. Por parte dos avaliadores, a emissão de parecer não verdadeiro ou influenciado por interesses pessoais ou comerciais pode ocorrer. Existe ainda a possibilidade de retardo na apresentação do parecer, sem motivos coerentes ou para obter vantagens pessoais, ou ainda a apropriação de ideias do texto em exame. Uma das formas da comunidade científica tentar evitar tais distorções é a utilização de vários avaliadores. Além disso, são enviados todos os pareceres sobre o trabalho analisado aos demais avaliadores, como forma de promover o controle de um avaliador sobre outro (PESSANHA, 1998).

O caráter confidencial no processo de avaliação de um trabalho também é bastante discutido em ética científica. Embora o grau de confiabilidade seja variável entre os periódicos, normalmente, os avaliadores desconhecem os autores e vice-versa. É uma forma de tentar evitar que haja condutas antiéticas na emissão do parecer positivo ou negativo. No entanto, nem todos os periódicos adotam esse sistema de avaliação conhecido como “avaliação às cegas”.

O PPR enfrenta ainda a crítica de que os cientistas mais inovadores não têm colegas que entendam e valorizem seu trabalho. Como resultado, as revistas têm rejeitado vários artigos que foram publicados em outros lugares e, eventualmente,

levaram seus autores à obtenção de prêmios Nobel (ALTMAN 1990; CAMPANARIO, 1998). Revistas também rejeitaram trabalhos que se tornaram amplamente citados. Segundo Campanario (1996), isso se verifica, pelo menos em parte, porque não é fácil para o avaliador saber a diferença entre as ideias inovadoras, potencialmente úteis, e outras que estão erradas ou não são significativas.

Além das questões acima mencionadas, as características intrínsecas ao PPR são foco de atenção de vários autores, dentre os quais estão Bence e Oppenheim (2004), que elencaram uma série de vantagens e desvantagens a ele inerentes. Estas estão ilustradas no Quadro 1, traduzido por Binotto, Hoff e Siqueira (2008).

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do PPR.

(continua)

Vantagens	Desvantagens
Permite referências ou garantias ao autor para pedir ou exigir primazia e propriedade sobre uma ideia.	Revisores podem fazer julgamentos factualmente incorretos, podendo ocorrer falsificações não detectadas.
Validação do trabalho de um autor – providenciar avaliação imparcial de manuscritos para eliminar pesquisas falsas e fraudulentas, isto é agir como filtro para garantir altos padrões para a publicação de pesquisas.	Nem sempre os revisores são imparciais e podem deixar suas opiniões refletirem seu julgamento. Muitas formas de vieses existem: institucionais, de gênero, de escolas. Isto faz com que se lembre que os revisores são essencialmente competidores do próprio autor.
Proteção das práticas de plágio.	Gera oportunidades para o roubo de ideia e prática do plágio.
Segurança de autenticidade.	Sem possibilidade de recurso, reparação para os autores se os revisores forem verdadeiramente anônimos.
Dar credenciais para a comunidade científica, os quais podem ajudar na obtenção de empregos, promoções ou obtenção de fundos.	O tempo gasto é um importante problema. O processo de “ <i>Double blind reviewing</i> ”, especialmente quando permite revisões, acaba prolongando-se por vários meses. Desta forma, publicação dos resultados de pesquisas importantes acaba sendo atrasado.
Assegurar qualidade para os padrões dos “ <i>journals</i> ”.	Revisores podem discordar sobre os méritos de um mesmo artigo.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens do PPR.

(conclusão)	
Vantagens	Desvantagens
Incrementar a produção científica, assegurando a citação de literatura relevante.	Comentários, mesmo quando um artigo é aceito, não tem sido útil para os autores.
Mesmo quando um trabalho é rejeitado, o <i>feedback</i> aos autores permanece válido: a crítica construtiva e o processo de revisão tende a melhorar os manuscritos.	Como esta é uma tarefa graciosa, ela não é prioridade para os acadêmicos, o que acaba incrementando os atrasos.
Editores podem dirigir os trabalhos para “ <i>journals</i> ” mais apropriados se forem submetidos erroneamente.	Um artigo aceito por um jornal pode ter sido rejeitado por outro. Isto sustenta tanto o argumento da qualidade quanto da inconsistência do processo ou o fato de haver uma hierarquia de qualidade.
	Perpetua o sentimento de uma comunidade fechada.
	Novas ideias, que estejam fora do <i>mainstream</i> ou que sejam contraditórias à visão convencional estabelecida, podem ser bloqueadas.

Fonte: BENCE; OPPENHEIM, 2004, p.350, tradução BINOTTO; HOFF; SIQUEIRA, 2008.

Possibilidades de aprimoramento no PPR foram apontadas por Mulligan (2005), que destaca a necessidade de adição de maior transparência ao processo. Embora procedimentos que implicam no alcance de tal transparência já estejam incorporados às práticas de alguns periódicos, eventos e órgãos de fomento, o mesmo não se verifica para muitos deles.

Em suma, é possível concluir que a qualidade da avaliação pode fazer com que o PPR ofereça credibilidade às descobertas científicas e se constitua na base para a construção de um consenso que leva ao crescimento e evolução do conhecimento científico. E que, para tanto, os editores se esforçam para que os revisores não só avaliem a qualidade da escrita, mas também a importância e originalidade da pesquisa, os pontos fortes e fracos dos métodos, bem como a validade e interpretação dos resultados do autor (TRAUTMANN, 2009).

1.2 O PPR no âmbito educacional

Conforme mencionado anteriormente, o PPR também vem sendo aplicado no âmbito educacional, usualmente no ensino superior. Entre os profissionais, este desempenha papel fundamental na determinação de quais propostas de pesquisa receberão financiamento e quais artigos serão publicados em periódicos, por exemplo.

Na educação usualmente não existe a expectativa do processo desempenhar a função de inspecionar, avaliar, controlar e classificar. Existe, no entanto, a expectativa de que exerça funções como o aprimoramento da escrita dos alunos e o aprofundamento do entendimento de conceitos. O Quadro 2 apresenta um resumo das funções do PPR no âmbito profissional e educacional.

Quadro 2 - Funções do PPR no âmbito profissional e educacional.

Funções do PPR (âmbito profissional)	Funções do PPR (âmbito educacional)
Subsidiar a distribuição de verbas para a realização de pesquisa e para a participação de pesquisadores em conferências.	Motivar os alunos a se envolverem intelectualmente por meio da apresentação de seu trabalho para uma plateia que inclui os pares, além do professor.
Melhorar a qualidade das atividades de pesquisa e das publicações em periódicos.	Melhorar a escrita dos alunos por meio de <i>feedback</i> , revisão e comparação com o trabalho de seus pares.
Acentuar a credibilidade e a validade dos resultados publicados.	Melhorar as habilidades de pensamento crítico dos alunos por meio do esclarecimento de dúvidas, defesa de argumentos e revisão de trabalhos escritos.
Democratizar o processo editorial em periódicos.	Romper a tradição da aprendizagem centrada no professor.
Estabelecer e manter o status profissional dos periódicos e dos autores que neles publicam.	Propiciar a realização de ações que ajudem os alunos na obtenção de entendimento sobre a natureza e os processos da ciência.

Fonte: TRAUTMANN, 2009, p.15, tradução nossa.

Apesar das grandes diferenças existentes com relação ao PPR aplicado no âmbito profissional e educacional, questões análogas surgem nas duas configurações (Quadro 3). Por exemplo, confiabilidade, validade e imparcialidade são aspectos que permeiam qualquer sistema de revisão por pares. A necessidade de comentários perspicazes é outro problema comum, de modo que tanto editores

de revistas como educadores se esforçam para destacar questionamentos críticos formulados pelos revisores.

No âmbito profissional, os revisores normalmente são anônimos e, não costumam, não recebem elogios ou recompensa pelo tempo que dedicam ao avaliar o trabalho dos colegas. No âmbito educacional, o professor decide se e como a participação dos alunos no processo repercutirá na nota a ser a eles atribuída.

Quadro 3 - Questões que permeiam o PPR no âmbito profissional e educacional.

(continua)

Questões que permeiam o PPR no âmbito profissional	Questões que permeiam o PPR no âmbito educacional
Qualidade: a qualidade dos artigos publicados é melhorada como resultado do PPR?	Qualidade: a qualidade da escrita dos alunos é melhorada como resultado do PPR? Os alunos são motivados a trabalhar mais quando submetem seus trabalhos à revisão por parte dos colegas?
Ganhos de aprendizagem: até que ponto os cientistas aprendem por meio do PPR, ao invés de simplesmente considerá-lo como um obstáculo para a obtenção de financiamento e publicação de seus trabalhos?	Ganhos de aprendizagem: o que os alunos aprendem sobre a natureza da ciência a partir da participação no PPR?
Confiabilidade: há avaliações consistentes?	Confiabilidade: há avaliações consistentes?
Validade: será que os revisores detectam os erros nos projetos e manuscritos? São certas as decisões tomadas sobre quais os artigos a publicar?	Validade: os revisores detectam corretamente os erros na compreensão dos alunos sobre os conceitos abordados em sua escrita?
Justiça: até que ponto as rivalidades, conflitos de interesse e outros aspectos influenciam os revisores?	Justiça: as indicações de revisão dos colegas são construtivas e justas?
Seleção de revisores: os revisores devem ser escolhidos aleatoriamente ou selecionados por semelhança ou diversidade de especialização em determinadas áreas?	Seleção de revisores: os revisores devem ser distribuídos aleatoriamente ou classificados de acordo com as suas habilidades?
Anonimato: como o anonimato dos revisores e a omissão da identidade dos autores afeta a precisão e a franqueza dos comentários?	Anonimato: o anonimato dos revisores favorece a elaboração de comentários voltados para o conteúdo em estudo, em detrimento de comentários vinculados a fatores sociais?
Crédito: como é afetado o PPR se os revisores não recebem reconhecimento público por seus esforços?	Crédito: como é afetado o PPR se os revisores recebem notas, de acordo com a qualidade dos comentários elaborados?

Quadro 3 - Questões que permeiam o PPR no âmbito profissional e educacional.

(conclusão)	
Processo interativo: a justiça no PPR é aumentada se os autores têm a chance de responder aos revisores?	Processo interativo: existem ganhos na aprendizagem se os alunos têm a oportunidade de responder aos revisores?

Fonte: TRAUTMANN, 2009, p.16, tradução nossa.

Cabe ainda destacar que colocar em funcionamento o PPR no âmbito educacional é uma tarefa bastante complexa (SLUIJSMANS, 2002), principalmente em turmas numerosas. Percalços desse tipo, dentre outros, têm sido atenuados com o auxílio das novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC). Com efeito, no contexto nacional tem sido aplicada em cursos relacionados à ciência da computação, desde 2001, a ferramenta WebCoM, desenvolvida no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo (USP). Esta disponibiliza funcionalidades como a definição de grupos revisores e o acesso aos trabalhos desenvolvidos e aos relatórios de revisão (SILVA, 2006).

No contexto internacional são recorrentes as menções à ferramenta denominada *Calibrated Peer Review* (CPR), desenvolvida pelo Departamento de Química da Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA) com o intuito de subsidiar a realização de tarefas que se pautam na redação de textos. A ferramenta é conveniente para uso em diversas disciplinas que contam inclusive com grande número de alunos (LIKKE, 2012) e já foi adotada em mais de mil instituições de diferentes níveis educacionais, segundo informações que constam no site <http://cpr.molsci.ucla.edu/Home.aspx>.

Com o intuito de conhecermos e analisarmos ações baseadas no PPR que têm sido desenvolvidas em cursos universitários de ciências, realizamos um levantamento bibliográfico referente ao tema em periódicos internacionais e nacionais. O percurso trilhado para tanto se encontra descrito no tópico a seguir, assim como os resultados alcançados a partir da leitura e interpretação dos artigos localizados.

1.3 PPR no ensino superior de química: cenário nacional e internacional

No âmbito nacional, temos conhecimento de apenas dois periódicos relacionado à educação em química: Revista Química Nova na Escola (QNEsc) e Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ). Uma vez que apenas a primeira oferece livre acesso na Internet, foi possível a busca somente por artigos nela publicados. Embora a revista Química Nova não seja voltada à educação em química, analisamos também artigos que constam na seção de Educação.

Todos os exemplares existentes, no período de 1991 a 2014, nas revistas QNEsc e Química Nova foram averiguados. Realizamos a busca das expressões “peer review” e “avaliação por pares” em cada artigo, através do atalho “Ctrl+F”. Dessa forma, foi possível verificar a presença das expressões em toda a extensão dos documentos, que se encontravam no formato PDF (*Portable Document Format* ou Formato Portátil de Documento).

Localizamos na busca somente a expressão “avaliação por pares” no artigo intitulado “A retórica da linguagem científica: das bases teóricas à elaboração de material didático para o ensino superior de química” (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2012), que apenas menciona a avaliação por pares, mas não relata nenhuma iniciática relacionada à realização do PPR.

No âmbito internacional, analisamos todos os artigos publicados nos periódicos *Journal of College Science Teaching* (JCST) e *Journal of Chemical Education* (JCE), no período de 1991 a 2014. Adotamos como critério para seleção das referidas revistas o fato de estas publicarem trabalhos direcionados ao ensino superior de química. Em ambas, todos os exemplares existentes no período indicado foram averiguados da mesma forma descrita para a busca dos artigos nacionais. Localizamos 31 artigos na JCST e 40 no JCE.

Dentre os artigos localizados, doze não tratavam do PPR como ação desenvolvida no âmbito educacional e foram desconsiderados na nossa análise. No conjunto dos demais artigos o PPR foi abordado:

- 1) Em perspectiva teórica;
- 2) Como principal atividade desenvolvida no processo de ensino e aprendizagem (foco principal);

- 3) Como uma dentre as demais atividades desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem (foco secundário).

Na Figura 1 apresentamos a distribuição dos artigos em cada uma das revistas, de acordo com a abordagem adotada.

Localizamos nove artigos no JCST e nove no JCE que se referem ao PPR como foco principal. Juntos, esses artigos correspondem a 30,5% dos artigos selecionados. Os trabalhos que se referem ao PPR como foco secundário são mais numerosos e correspondem a 66,1% dos artigos selecionados. Na análise constatou-se que apenas dois artigos abordam em perspectiva teórica o PPR, o que corresponde a 3,4% dos artigos selecionados.

Figura 1 - Número de artigos por categoria de abordagem do PPR no JCST e no JCE.

Uma vez que o objetivo central da presente pesquisa é a investigação de aspectos relacionados ao PPR na formação de graduandos em química, optamos por analisar apenas os trabalhos da primeira categoria (PPR como foco principal), vinculados ao ensino de química. Na Tabela 1 encontram-se listados e numerados os dez artigos dessa natureza localizados.

Tabela 1 - Artigos localizados no JCST e no JCE, no período de 1991 a 2014, que tratam do PPR (foco principal) no ensino de química.

Nº	REFERÊNCIA DO ARTIGO
1	COPPOLA, B.P.; PONTRELLO, J.K. Using errors to teach through a two-staged, structured review: peer-reviewed quizzes and “what’s wrong with me?” Journal of Chemical Education , v. 91, p. 2148-2154, 2014.
2	COLE, K.E.; INADA, M.; SMITH, A.M.; HAAF, M.P. Implementing a grant proposal writing exercise in undergraduate science courses to incorporate real-world applications and critical analysis of current literature. Journal of Chemical Education , v. 90, p. 1316-1319, 2013.
3	WALKER, J.P.; SAMPSON, V. Argument-driven inquiry: using the laboratory to improve undergraduates’ science writing skills through meaningful science writing, peer-review, and revision. Journal of Chemical Education , v. 90, p. 1269-1274, 2013.
4	KADNIKOVA, E.N. “Molecules-in-medicine”: peer-evaluated presentations in a fast-paced organic chemistry course for medical students. Journal of Chemical Education , v. 90, p. 883-888, 2013.
5	GRAGSON, D.E.; HAGEN, J.P. Developing technical writing skills in the physical chemistry laboratory: a progressive approach employing peer review. Journal of Chemical Education , v. 87, n. 1, p. 62-65, 2010.
6	BERRY, D.E.; FAWKES, K. Constructing the components of a lab report using peer review. Journal of Chemical Education , v. 87, n. 1, p. 57-61, 2010.
7	WIDANSKI, B.B.; COURTRIGHT-NASH, D. Peer review of chemistry journal articles: collaboration across disciplines. Journal of Chemical Education , v. 83, n. 12, p. 1788-1792, 2006.
8	WIMPFHEIMER, T. Peer-evaluated poster sessions: an alternative method to grading general chemistry laboratory work. Journal of Chemical Education , v. 81, n. 12, p. 1775-1776, 2004.
9	SHIBLEY JR., I.A.; MILAKOFSKY, L.M.; NICOTERA, C. Incorporating a substantial writing assignment into organic chemistry: library research, peer review, and assessment. Journal of Chemical Education , v. 78, n. 1, p. 50-53, 2001.
10	HENDERSON, L.; BUISING, C. A peer-reviewed research assignment for large classes: honing students’ writing skills in a collaborative endeavor. Journal of College Science Teaching , v. 30, n. 2, p. 109-113, 2000.

Para a análise dos artigos presentes na Tabela 1, tomamos como referência o trabalho de Van Zundert, Sluijsmans e Van Merriënboer (2010). Os autores realizaram um levantamento bibliográfico que abrangeu artigos de caráter empírico, que tratassem do PPR como foco principal de uma atividade educacional, publicados em periódicos presentes no *Social Sciences Citation Index* (domínio Educação e Pesquisa Educacional), no período de 1990 a 2007. A partir do estudo dos 26 artigos localizados, foram extraídas quatro categorias que abordam aspectos recorrentes em trabalhos que se debruçam sobre questões vinculadas ao PPR, servindo de pressuposto para o estabelecimento de comparações entre eles, conforme descrito a seguir.

1) Qualidades psicométricas do PPR: esta categoria abarca trabalhos que tratam, por exemplo, do intervalo de notas usado pelos estudantes para avaliar as tarefas dos colegas, assim como de diferenças entre notas atribuídas por eles ou pelo tutor/professor a uma determinada tarefa. Discussões sobre esses e outros aspectos similares, relacionados à validade e à confiabilidade do PPR (*feedbacks*, comentários, notas etc.), se encaixam nessa categoria.

Segundo Pasquali (2009), a psicometria é uma área da psicologia que faz vínculo entre as ciências exatas, principalmente a matemática aplicada, a estatística e a psicologia. Esta consiste no conjunto de técnicas utilizadas para mensurar, de forma adequada e comprovada experimentalmente, um conjunto ou uma gama de comportamentos que se deseja conhecer melhor.

2) Percepções frente ao PPR: esta categoria abarca trabalhos que tratam de percepções dos estudantes frente ao PPR, como as vantagens e desvantagens por eles vislumbradas.

3) Habilidades oriundas do PPR: esta categoria abarca trabalhos que tratam do desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades sociais, linguísticas e cognitivas dos estudantes a partir da participação no PPR, dentre as quais estão as habilidades de cooperação e comunicação, assim como de escrita, pensamento crítico, dentre outras.

4) Habilidades na realização do PPR: esta categoria abarca trabalhos que tratam de habilidades necessárias aos estudantes para a realização de ações inerentes ao PPR, como a definição de critérios para análise das tarefas dos colegas e o teor do *feedback* fornecido sobre as mesmas.

A análise dos artigos presentes na Tabela 1, de acordo com as categorias propostas por Van Zundert, Sluijsmans e Van Merriënboer (2010), permitiu a construção do Quadro 4. Esta ilustra a distribuição de cada um deles, de acordo com a numeração apresentada na Tabela 1, com relação a cada categoria. Cabe destacar que um mesmo artigo pode ser classificado em mais de uma categoria.

Quadro 4 - Artigos localizados no JCST e no JCE, no período de 1991 a 2014, que tratam do PPR (foco principal) no ensino de química.

Categoria	Número dos Artigos
Qualidades psicométricas do PPR	3
Percepções frente ao PPR	1, 3
Habilidades oriundas do PPR	1-10
Habilidades na realização do PPR	1-10

A Figura 2 apresenta o número total de artigos de acordo com as categorias presentes na Quadro 4.

Figura 2 - Número de artigos selecionados no JCE e no JCST, de acordo com as categorias sugeridas por Van Zundert, Sluijsmans e Van Merriënboer (2010).

A Figura 2 ilustra uma maior concentração de trabalhos referentes às habilidades oriundas do PPR e às habilidades na realização do PPR. Em seguida, constam, em ordem decrescente do número de artigos, aqueles pertencentes às seguintes categorias: percepções frente ao PPR e qualidades psicométricas do PPR. Os artigos pertencentes a cada uma das categorias são discutidos a seguir.

Qualidades psicométricas do PPR

Em um único trabalho, os autores (WALKER; SAMPSON, 2013) relatam a atribuição de notas (*scores*) a textos avaliados em PPR, com o intuito de busca a resposta ao questionamento: a escrita científica dos alunos, tanto os mais quanto os menos hábeis, foi aperfeiçoada a partir da aplicação do modelo instrucional denominado de Investigação Dirigida à Argumentação (baseado no PPR)? Em caso afirmativo, ambos os tipos de alunos obtiveram ganhos similares ao longo do curso?

O modelo instrucional é aplicado em disciplinas práticas de química que exigem a produção de relatórios de laboratório, na busca do aperfeiçoamento da escrita científica. No trabalho de Walker e Sampson (2013), grupos de alunos de uma disciplina de Laboratório de Química Geral são solicitados a disponibilizar para o professor cópias não identificadas dos relatórios produzidos a partir dos experimentos que realizaram. Estas são distribuídas aleatoriamente para os outros grupos da sala, acompanhadas de uma rubrica, onde constam critérios específicos para avaliar a qualidade do relatório e espaço para a redação de um *feedback* aos autores. Os grupos de alunos revisam os relatórios e decidem se podem ser aceitos como estão ou necessitam de revisão, considerando os referidos critérios. A etapa final do processo implica na revisão do relatório por parte dos autores, se for o caso, e posterior submissão para avaliação do professor. Cabe esclarecer que, no contexto educacional, uma rubrica se constitui em material que subsidia o julgamento do desempenho dos alunos ou de produtos por eles gerados (SCHMOKER, 1996).

Para responder a questão de pesquisa mencionada anteriormente, os autores solicitaram a dois pós-graduandos, que não conheciam os alunos que redigiram os relatórios, a atribuição de *scores* aos relatórios iniciais e finais. Com relação a esses *scores*, a confiabilidade interavaliadores (*inter-rater reliability*) foi igual a 0,86, indicando uma boa concordância, considerando o kappa de Cohen (LIMA, 2013).

Resultados originários de testes não paramétricos de Mann-Whitney e de Wilcoxon (MORETTIN; BUSSAB, 2010) foram também aplicados e mostraram que tanto os estudantes mais quanto os menos hábeis na produção de textos científicos melhoraram a essa capacidade durante o semestre. Eles indicaram ainda o que os autores consideram como mais importante: a diferença de desempenho entre os dois tipos de alunos foi eliminada ao longo do processo.

Além dos aspectos aqui discutidos, o trabalho de Walker e Sampson (2013) trata de questões relacionadas às percepções dos alunos frente ao PPR, embutido no modelo instrucional usado. Estas serão retomadas no subtópico *Percepções frente ao PPR*, a seguir.

Percepções frente ao PPR

O conhecimento das percepções dos alunos frente ao PPR foi alvo de interesse de vários autores (BIROL et al., 2013; BROWNELL et al., 2012; SHANE, 2008; MORAN; VAN HOOK, 2006; FOOTE; FITZPATRICK, 2004; KOKKALA; GESSELL, 2002). No entanto, apenas Walker e Sampson (2013) e Coppola e Pontrello (2014) realizaram coleta de dados que permitiu a extração de conclusões consistentes, seja com base na análise de respostas advindas de questionários fechados ou de questionários abertos, com posterior estabelecimento de categorias mais recorrentes no conjunto das respostas. Os demais autores apenas adicionaram aos seus textos excertos de comentários dos alunos frente ao PPR, muitas vezes extraídos de uma avaliação de caráter global aplicada no final do semestre ou de manifestações orais dos alunos durante as aulas.

Walker e Sampson (2013), cuja estratégia de aplicação do PPR foi descrita anteriormente, solicitaram aos alunos que respondessem um questionário, composto por catorze itens, para os quais deveriam indicar, em uma escala de 0 – 4, se cada uma das ações indicadas nos itens havia: 0,0, não ajudado em nada; 1,0, ajudado muito pouco; 2,0, ajudado; 3,0, ajudado muito; 4,0, ajudado demasiadamente. Dentre as ações que os alunos consideraram como sendo mais valiosas para o aprimoramento da escrita científica (pontuação obtida foi maior que 3,0, em média), se destacam aquelas possibilitadas pelo PPR: leitura de relatórios de boa qualidade redigidos pelos colegas e revisão dos próprios relatórios.

Outras ações relacionadas ao PPR que os alunos apontaram como de valia para o aprimoramento da escrita científica, embora com menor grau de contribuição (pontuação obtida foi maior que 2,5, em média) foram: o número de relatórios produzidos; o *feedback* oferecido pelo professor; o *feedback* oferecido pelos colegas; oferecimento de críticas aos relatórios dos colegas; conhecimento dos critérios para avaliação dos relatórios; uso da mesma rubrica para avaliação de

todos os relatórios. Cabe aqui salientar que os resultados numéricos indicam a maior valorização do *feedback* oferecido pelos colegas frente ao oferecido pelo professor.

Os alunos também foram confrontados com perguntas abertas sobre as atividades realizadas, respondendo-as textualmente e de forma livre. A maioria das respostas foi de natureza positiva e, dentre as mais estreitamente relacionados ao PPR, estão as seguintes: “A leitura de um bom relatório escrito por um colega, ajudou-me a melhorar a redação do meu”; “A revisão por pares é muito útil”. Em contraponto, uma resposta negativa com relação ao PPR também foi verificada: “Eu não achei alguns comentários no PPR muito úteis. Parecia que alguns colegas apenas faziam a revisão do meu relatório porque era uma exigência da avaliação na disciplina e não para me ajudar fornecendo um *feedback* eficiente”.

No artigo de autoria de Coppola e Pontrello (2014) as impressões dos alunos frente ao PPR foram coletadas a partir da aplicação de perguntas abertas e de respostas a uma série de afirmações relacionadas ao assunto, em escala *Likert* de quatro pontos. As atividades relacionadas ao PPR foram aplicadas em dois formatos e com o objetivo de valorizar o papel do erro no processo de ensino-aprendizagem em disciplinas de Química Geral e de Química Orgânica. O primeiro, denominado de *peer-reviewed quizzes*, exigia dos alunos, em uma primeira etapa, a resolução de questões que eram trocadas entre os colegas. Cada um deles fazia, em seguida, a avaliação da resolução do seu par, a partir do oferecimento de respostas a uma série de questionamentos que envolviam, necessariamente, conteúdos estudados em aulas anteriores. Estes questionamentos que subsidiaram o processo de avaliação por pares foram fornecidos aos avaliadores pelo professor. Por fim, os comentários gerados sobre a resolução das questões foram apresentados aos colegas por elas responsáveis e estes tiveram a oportunidade de modificar as suas respostas com base nos comentários.

O segundo formato, denominado de *what's wrong with me?*, foi levado a cabo em um AVA baseado na plataforma do *Moodle*, no qual os alunos eram solicitados a avaliar duas soluções oferecidas a uma mesma questão, uma delas pertinente e outra não pertinente do ponto de vista dos conteúdos de química que abarcavam. A identificação da resolução errada era requisitada, assim como justificativas para tanto. Estas justificativas deveriam ser postadas na plataforma e, posteriormente, comentadas pelos pares, para o alcance de respostas mais consistentes sobre a origem do erro na resolução da questão.

As percepções dos alunos frente aos dois formatos foram agrupadas em categorias nas quais são destacados no primeiro formato, dentre outras, o entendimento e aprendizado decorrentes do PPR (“Eu acredito que o meu entendimento dos conteúdos da disciplina foi significativo devido aos *quizzes* e aos *peer-reviews*. Nesse formato foi possível a todos os alunos a comunicação de suas ideias”) e a colaboração e comunicação entre os alunos.

Conforme mencionado anteriormente, para ambos os formatos, as percepções dos alunos foram também expressas em escala *Likert*. Com relação ao primeiro formato foi evidenciada a concordância dos alunos frente à realização de *quizzes* atrelados ao *peer-review* e com relação ao segundo formato foi destacada a falta de consenso sobre a ocorrência de aprendizado a partir da leitura das mensagens postadas na plataforma.

Habilidades oriundas do PPR e habilidades na realização do PPR

Em todos os textos foram feitas menções às habilidades desenvolvidas pelos alunos, oriundas do PPR. Estas são usualmente apresentadas pelos próprios autores dos trabalhos, a título de considerações ou conclusões dele advindas. No entanto, em alguns poucos casos, são também identificados comentários de professores ministrantes das disciplinas ou dos alunos nelas matriculados.

Da mesma forma, em todos os textos foram feitas menções a habilidades que os alunos tiveram que colocar em prática para a realização do PPR. A seguir, discutimos tais habilidades relacionadas ao contexto de cada um dos artigos que compõem o nosso levantamento bibliográfico.

No artigo de autoria de Coppola e Pontrello (2014), mencionado anteriormente, constam também opiniões de professores com relação ao PPR. Estas respaldam a aquisição de habilidades indicadas pelos alunos a partir da aplicação dos questionários. No que diz respeito às habilidades que os alunos tiveram que colocar em prática para a realização do PPR, destaca-se o oferecimento de *feedback* aos colegas, seja durante a atividade com os *quizzes*, seja na adição de *posts* à plataforma.

Cole et al. (2013) relatam a aplicação de um PPR incorporado a disciplinas de Química Orgânica e Bioquímica, no qual o produto a ser avaliado pelos pares de forma anônima foi um projeto, destinado supostamente a uma agência de fomento,

visando a angariar fundos para realização de uma pesquisa. Nele deveriam estar explicitadas as questões de pesquisa e os procedimentos experimentais a seguir. O objetivo dos autores foi expor os alunos à produção de texto relacionado de forma mais estreita às práticas científicas da “vida real”.

Precedeu a produção do projeto o cumprimento das seguintes etapas por parte dos alunos: escolha de um tema e realização de revisão da literatura sobre o mesmo. O PPR ocorreu de forma anônima nas últimas semanas das disciplinas e os alunos avaliaram os projetos a eles atribuídos em horário extraclasse, no intervalo de sete dias. O professor atuou como um editor de revista, distribuindo os textos para avaliação e devolvendo-os acompanhados de uma síntese das críticas mais importantes. Além do professor, mais dois alunos avaliaram o projeto e, para tanto, se basearam em rubrica por ele fornecida. As avaliações destacaram aspectos como, estilo de escrita, adequação com relação ao conteúdo científico, relevância do problema abordado no projeto e sua viabilidade de execução.

Os autores destacam as seguintes habilidades desenvolvidas pelos alunos, oriundas da participação no PPR: compreensão sobre uma ampla gama de assuntos vinculados às disciplinas em questão, a partir da leitura dos projetos dos colegas, assim como o aprimoramento da escrita científica. Cabe esclarecer que ainda é relatada no artigo outra experiência, originária da mencionada acima, a qual adiciona apresentações orais com revisão por pares, também pautada em rubricas, após a entrega do projeto de pesquisa.

Além do oferecimento de *feedback* aos colegas a partir de comentários e sugestões para melhoramento dos projetos, os alunos necessitaram de outra habilidade importante para a realização do PPR: a atribuição de notas, com base em critérios existentes em uma rubrica fornecida pelo professor.

No artigo de autoria de Walker e Sampson (2013), mencionado anteriormente, os autores destacam, quase que de forma exclusiva, o aprimoramento da habilidade de escrita científica, indicado nas respostas dos alunos a questionários de avaliação e constatado a partir da análise dos relatórios produzidos no início e no final do processo. Os autores acreditam que o alcance desse objetivo foi possível porque os alunos estiveram imersos em um contexto que os motivou a realizar uma tarefa escrita relacionada a uma situação real enfrentada pela comunidade científica. Além disso, eles leram relatórios bem elaborados dos colegas, o que os instrumentalizou

com um modelo com relação “ao que conta” para a produção de um relatório de alta qualidade.

Assim como no trabalho de Coppola e Pontrello (2014), no que diz respeito às habilidades que os alunos tiveram que colocar em prática para a realização do PPR, é mencionado apenas o oferecimento de *feedback* aos colegas.

Kadnikova (2013) relata o funcionamento de PPR no qual os produtos para avaliação por pares são apresentações em *PowerPoint* geradas por alunos da disciplina de Química Orgânica sobre a unidade de ensino denominada Moléculas na Medicina. As apresentações deveriam conter informações sobre drogas formadas por moléculas pequenas, com destaque para sua estrutura, função, alvo biológico e reações orgânicas envolvidas na sua síntese. Uma vez concluídas, elas foram depositadas na plataforma *Blackboard* de gerenciamento de cursos e avaliadas pelos alunos a partir de critérios disponibilizados pelo professor em uma rubrica detalhada, tais como, organização, originalidade e formato (estética). Cada um deles avaliou, em média, seis apresentações.

Chamou a atenção do autor o potencial do PPR para despertar a curiosidade dos alunos sobre os temas das apresentações em *PowerPoint* desenvolvidas pelos colegas. Este, dentre outros aspectos, acabou por desenvolver a habilidade dos mesmos no estabelecimento de conexões entre os conteúdos ministrados na disciplina de Química Orgânica e os necessários ao entendimento de assuntos da área médica.

No que concerne às habilidades colocadas em prática para a realização do PPR, assim como no trabalho de Cole et al (2013), os alunos ofereceram *feedback* aos colegas com relação às apresentações e atribuíram notas a elas, de acordo com a rubrica disponibilizada no *Blackboard*.

O aperfeiçoamento da escrita científica de graduandos em química é um dos mais recorrentes objetivos dos educadores da área. A atividade didática proposta por Gragson e Hagen (2010) em disciplina de Laboratório de Físico-química foi delineada com esse intuito, sendo realizada com auxílio da ferramenta instrucional baseada na *web* denominada CPR, mencionada anteriormente. Em um primeiro momento, os alunos são solicitados a redigir apenas o *Abstract* e a seção Materiais e Métodos do relatório de laboratório e a inseri-los em local apropriado da ferramenta. Em seguida, é feita a leitura de três *Abstracts* de qualidade variável (no que se refere à escrita), disponibilizados pelo professor. Concluída essa etapa de

“calibração”, a cada aluno é atribuído, de forma aleatória, três *Abstracts* de autoria dos colegas para análise e atribuição de notas. Por fim, os alunos atribuem nota ao seu próprio *Abstract* em um processo de autoavaliação. Cada vez que o aluno precisa realizar a ação de atribuir uma nota a um texto, seja seu ou do colega, a ele são apresentadas questões que servem para fundamentar a atribuição. As questões e a etapa de calibração auxiliam no desenvolvimento da habilidade de leitura crítica dos alunos.

As etapas acima descritas são executadas para cada uma das seções do relatório e, somente quando concluídas, os alunos são finalmente autorizados a acessar o *feedback* fornecido pelos colegas sobre o seu próprio relatório, fazer as correções pertinentes e apresentá-lo para a avaliação do professor.

A habilidade dos alunos na produção de relatórios na disciplina de Laboratório de Físico-química foi acentuada, segundo os autores, os quais acrescentam ser fundamental para o alcance desse resultado: concessão de tempo hábil para a produção dos textos e oferecimento de orientação específica sobre como ler e revisar documentos científicos, assim como de ocasiões propícias à realização de tais ações.

No que concerne às habilidades colocadas em prática para a realização do PPR, assim como no trabalho de Cole et al (2013) e de Kadnikova (2013), os alunos ofereceram *feedback* aos colegas com relação às várias seções do relatório de laboratório e atribuíram notas a eles, de acordo com as orientações disponíveis no CPR.

Berry e Fawkes (2010) compartilham a mesma preocupação relatada por Gragson e Hagen (2010) com relação à produção de relatórios de laboratório de boa qualidade por parte de alunos matriculados em disciplinas práticas de química. Berry e Fawkes (2010) afirmam que mesmo alunos que já cursam o segundo ano da graduação cometem erros na elaboração desse tipo de texto, muitas vezes resultantes da omissão de apresentação de aspectos fundamentais para o entendimento do leitor. Diante desse cenário, os autores se valem do PPR em disciplinas de Físico-química Analítica e de Química Inorgânica com o intuito de aprimorar a escrita científica dos alunos. No processo em questão, o *feedback* aos colegas é oferecido, paulatinamente e de forma fragmentada, frente a determinadas seções do relatório de laboratório, como *Abstract*, Materiais e Métodos e Resultados.

Com a aplicação de uma sistemática de PPR em fragmentos do texto e não na sua completude, Berry e Fawkes (2010) conseguiram ministrar as duas disciplinas de laboratório com grande ênfase na produção escrita e sem prejuízo no número de experimentos necessários para a discussão dos conteúdos em pauta. O aprimoramento da comunicação científica dos alunos foi alcançado, segundo os autores.

Assim como no trabalho de Walker e Sampson (2013) e de Coppola e Pontrello (2014), no que diz respeito às habilidades que os alunos tiveram que colocar em prática para a realização do PPR, é mencionado apenas o oferecimento de *feedback* aos colegas.

Os trabalhos discutidos até o momento se caracterizam pela realização de PPR no âmbito de disciplinas usualmente oferecidas a graduandos em química, de modo que os envolvidos no processo são eles próprios e os seus respectivos docentes. Widanski e Courtright-Nash (2006), de maneira distinta, relatam a aplicação de um PPR que envolveu tanto alunos e professores de química quanto de língua inglesa. Nesse contexto, alunos de disciplina prática de Química Orgânica redigiram textos no formato de artigos originais de pesquisa (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007) que foram revisados, a partir de critérios específicos, por graduandos em letras (inglês) e submetidos a uma conferência local.

Os graduandos em letras ofereceram *feedback* aos autores dos artigos e atribuíram notas aos textos com base em exigência usualmente impostas para a publicação de artigos científicos. Uma breve explicação sobre o valor da nota atribuída ao texto também foi solicitada no processo. Dentre os critérios adotados na avaliação dos textos constam clareza e organização. Cada texto recebeu três pareceres e cada avaliador recomendou, ou não, a submissão do texto para apresentação na referida conferência, em uma escala de quatro pontos: três deles recomendando a submissão do trabalho com necessidade variável de revisão e um deles recomendando a sua rejeição.

A principal habilidade oriunda do PPR para os alunos da disciplina de Química Orgânica foi o aprimoramento da habilidade de escrita científica. Para os alunos de letras, o principal benefício do PPR foi o entendimento sobre a dinâmica de construção do conhecimento científico. No que concerne às habilidades colocadas em prática para a realização do PPR, assim como no trabalho de Cole et al (2013), Kadnikova (2013) e Gragson e Hagen (2010), os alunos ofereceram

feedback aos colegas com relação ao artigo original de pesquisa produzido e atribuíram notas a eles.

Na busca de alternativa para realização de avaliação em disciplina prática de Química Geral, Wimpfheimer (2004) sugere a inserção do PPR no seu contexto, de forma que painéis referentes às atividades experimentais são apresentados e a eles são atribuídas notas com base em PPR, no qual os avaliadores são os alunos. Cada um deles atribui nota a todos os painéis, inclusive ao seu próprio, com base em uma rubrica composta por critérios que são de conhecimento de todos desde o início do PPR, e abarcam a forma e o conteúdo do painel. O professor não exige a apresentação oral do painel e atribui a sua nota a ele fazendo uso da mesma rubrica.

No PPR cada aluno possui o seu conjunto de dados e ao avaliar vários conjuntos de dados diferentes ilustrados pelos colegas nos painéis, fortalece a sua habilidade em analisá-los. Além disso, é ainda aprimorada a sua habilidade de organização e síntese de informações em espaço restrito, como é o caso de um painel. No que diz respeito às habilidades colocadas em prática para a realização do PPR, assim como no trabalho de Cole et al. (2013), Kadnikova (2013), Gragson e Hagen (2010) e Widanski e Courtright-Nash (2006), os alunos ofereceram *feedback* aos colegas com relação ao artigo original de pesquisa produzido e atribuíram notas a eles.

A atividade didática proposta por Shibley Jr., Milakofsky e Nicotera (2001) foi colocada em funcionamento em disciplinas de Química Orgânica, oferecidas a alunos que necessitam apenas de conhecimentos básicos sobre o assunto, como os da área de ciências agrárias. Estes foram solicitados a produzir um texto, com extensão em torno de 1500 a 2000 palavras, que abordasse aspectos inerentes à química orgânica, relevantes para a sua vida pessoal ou profissional. Com o produto da atividade em mãos, o professor desencadeou o PPR, que foi precedido pela recomendação de leitura do guia *Dealing with Criticism* (SEMOTIUK, 1998). Este procedimento visou à preparação dos alunos para lidar com críticas que receberiam sobre os textos de sua autoria, assim como para auxiliá-los na elaboração de críticas construtivas sobre os textos dos colegas.

Cada texto foi avaliado por dois alunos, que a ele atribuíram uma nota com base em uma rubrica fornecida pelo professor, e o processo foi concluído no final do semestre. Além da rubrica, os alunos também tomaram conhecimento dos critérios

apresentados aos assessores da revista *Journal of Chemical Education* para julgamento dos artigos submetidos para publicação. Dessa forma, tiveram mais elementos para proceder à construção dos seus comentários sobre os textos dos colegas. Assim como no trabalho de Cole et al. (2013), o professor atuou como um editor de revista, inicialmente coletando os textos e distribuindo-os entre os alunos e, em seguida, devolvendo-os aos respectivos autores acompanhados de *feedback* e da nota atribuída.

Como principais habilidades desenvolvidas pelos alunos durante o PPR, os autores apontam o aprimoramento da escrita e do pensamento crítico. No que concerne às habilidades colocadas em prática para a realização do PPR, assim como no trabalho de Cole et al. (2013), Kadnikova (2013), Gragson e Hagen (2010) e Wimpfheimer (2004), os alunos ofereceram *feedback* aos colegas com relação aos textos produzidos e atribuíram notas a eles.

A abordagem colaborativa se constituiu em um dos pilares para o desenvolvimento das atividades propostas por Henderson e Buising (2000), baseadas no PPR, em disciplina de Bioquímica que contava com mais de cem alunos matriculados. No início do processo, a turma foi dividida em grupos formados por três alunos que selecionaram um assunto referente a conteúdos ministrados, que serviria de base para a redação de um texto, cuja construção seria colaborativa, na medida em que cada aluno escreveria um dos tópicos nele presente.

Uma vez finalizados, os textos foram submetidos à apreciação e análise dos membros de outro grupo, que trabalharam individualmente durante esta etapa de avaliação. Aos alunos foi concedida uma semana para avaliação dos textos e apresentação de comentários, a partir do uso de uma rubrica fornecida pelo professor. Em seguida, cada um dos grupos reelaborou o seu texto, considerando o *feedback* dos colegas, e submeteu-os à sua avaliação final. Neste íterim, os alunos participaram de uma sessão de painéis, na qual os textos foram apresentados e avaliados em um novo PPR. Para tanto, os alunos também se basearam em uma série de critérios elencados pelo professor.

Os autores destacam as seguintes habilidades desenvolvidas pelos alunos a partir da participação no PPR: escrita científica, preparação de painéis, trabalho em grupo, avaliação de produções escritas e elaboração de críticas construtivas. Assim como no trabalho de Walker e Sampson (2013), de Coppola e Pontrello (2014) e Berry e Fawkes (2010), no que diz respeito às habilidades que os alunos tiveram

que colocar em prática para a realização do PPR, é mencionado apenas o oferecimento de *feedback* aos colegas frente aos textos e aos painéis.

O conjunto de informações proporcionado por meio da discussão dos artigos que compuseram o levantamento bibliográfico desta tese permite a tessitura das seguintes considerações:

- O PPR tem potencial de promover o desenvolvimento de habilidades importantes para a formação dos alunos, dentre as quais se destaca a escrita científica. Esta é fundamental para o desempenho de profissionais em todas as áreas e elemento essencial, tanto para a prática da ciência, quanto para seu aprendizado.

- O envolvimento dos alunos no PPR, nos quais estão investidos da condição de autores e de avaliadores, tem potencial para favorecer o entendimento sobre a forma como os cientistas interagem na construção e refinamento do conhecimento científico. Esta compreensão é extremamente relevante, uma vez que concepções inadequadas sobre a natureza da ciência podem obstaculizar a construção de uma visão crítica sobre as complexas relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

- Vários são os formatos adotados pelos professores na organização de PPR, que perpassam a submissão e produção de diversos tipos de documentos científicos, caracterizados como artigos e projeto de pesquisa, apresentação em *PowerPoint* e painéis, postagens de textos em AVA etc. Em contraponto, é comum a adoção de critérios, usualmente presentes em uma rubrica, para análise das referidas produções. O que sugere a relevância desse tipo de procedimento na organização de PPR bem-sucedidos.

- A adoção do PPR no ensino de química tem se mostrado mais frequente a partir da década de 2000, considerando o contexto internacional. No entanto, é surpreendente a não ocorrência de relatos sobre tal prática em revistas renomadas da área no Brasil. Existe, portanto, uma lacuna com relação a investigações dessa natureza no contexto nacional.

- Mesmo no contexto internacional, na maioria dos trabalhos reportados sobre o assunto, os autores se limitam a apresentar o procedimento adotado durante o PPR, as percepções dos alunos frente ao mesmo e a relatar algumas das suas consequências, como as habilidades desenvolvidas no processo. Análises fundamentadas em referenciais teóricos consistentes ou em dados estatísticos são

pouco recorrentes, existindo ainda um amplo leque de questões de pesquisas que demandam respostas.

2 OBJETIVOS

No presente trabalho pesquisamos aspectos relacionados à aplicação do PPR no contexto educacional, especialmente no ensino superior de química. Para tanto, realizamos intervenção e coletamos dados em uma disciplina de comunicação científica ministrada no curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos (IQSC), USP, tendo em vista o alcance dos seguintes objetivos:

- Investigar a habilidade de graduandos em química na realização de ações inerentes ao PPR (*Habilidades na realização do PPR*) e as suas concepções sobre o processo. Dessa forma, pretendemos especular sobre a capacidade que possuem para a elaboração de critérios de avaliação de produções acadêmicas, assim como sobre o teor do *feedback* que geram a respeito das mesmas. Considerações advindas dessa investigação apontam, entre outros aspectos, o que os graduandos estão aptos a fazer por si próprios no PPR e subsidiam ajustes e reformulações necessárias para torná-lo mais eficaz.
- Investigar a contribuição do PPR, nos moldes empregados na disciplina de comunicação científica, no auxílio à produção de textos argumentativos por parte de graduandos e, dessa forma, tecer considerações sobre a influência das etapas cumpridas no PPR na qualidade da argumentação.
- Avaliar a qualidade dos argumentos presentes nos referidos textos. Para tanto, buscaremos indícios nos textos da presença dos componentes essenciais do argumento (TOULMIN, 2001) e investigaremos a forma como se encontram aí associados. Ademais, analisaremos a natureza dos critérios empregados para a sua construção, os diferentes tipos de fontes de evidências que respaldam as informações neles contidas e as estratégias de aprendizagem empregadas para a sua defesa.
- Analisar as habilidades desenvolvidas pelos graduandos a partir da participação no PPR (*Habilidades oriundas do PPR*) aplicado na disciplina de comunicação científica, com o intuito de torná-lo mais eficaz.

Nessa perspectiva, buscamos respostas às seguintes questões de pesquisa:

(1) *Graduandos em química, que nunca haviam participado de um PPR nos moldes delineados neste trabalho, possuem habilidade para realizar ações inerentes ao*

processo (como definição de critérios de avaliação, julgamento e oferecimento de feedback frente a textos argumentativos produzidos pelos colegas)?; (2) Há consistência nas avaliações resultantes do PPR protagonizado pelos graduandos em química?; (3) Em qual extensão a qualidade dos textos argumentativos iniciais e finais de autoria dos graduandos que participam do PPR foi alterada?; (4) Quais habilidades foram desenvolvidas pelos graduandos em química a partir da participação no PPR?

3 REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

A análise dos dados coletados foi levada a cabo a partir da adoção dos procedimentos descritos no capítulo a seguir, visando o alcance de respostas para as questões de pesquisa elencadas nesta tese.

Para a análise dos dados referentes às concepções dos graduandos sobre o PPR e às suas habilidades na realização de ações a ele inerentes, adotamos a Análise de Conteúdo, na perspectiva proposta por Bardin (1977). Estas habilidades incluem a elaboração de critérios para avaliação dos textos argumentativos, o teor do *feedback* fornecido sobre os textos e a consistência na própria avaliação.

Para a análise da qualidade estrutural dos argumentos presentes na produção textual dos graduandos da disciplina de comunicação científica, utilizamos o Modelo de Argumento de Toulmin (2001), no idioma inglês TAP (*Toulmin's Argument Pattern*), em conjunto à metodologia proposta por Erduran et al. (2004), na qual a qualidade dos argumentos é avaliada com base na observação da combinação dos componentes do argumento, segundo Toulmin (2001), apresentada nos textos produzidos pelos alunos.

A qualidade dos textos argumentativos foi ainda analisada a partir da natureza dos critérios empregados para a sua construção, os diferentes tipos de fontes de evidências que respaldam as informações neles contidas e as estratégias de aprendizagem usadas para a defesa dos argumentos expressos. Esta análise foi realizada com base no Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010).

Os referenciais teórico-metodológicos são sucintamente descritos a seguir.

3.1 Análise de Conteúdo, segundo Bardin (1997)

De acordo com Moraes (1999), a análise de conteúdo (AC) é um procedimento de análise de dados que compreende estratégias diversificadas que permitem um entendimento muito mais profundo sobre o que se pretende investigar e que pode ser aplicado na interpretação de qualquer gênero de documentos.

No campo das investigações sociais, Olabuenaga e Ispizúa (1989) também evidenciam as vantagens da AC, em que este procedimento possibilita compreender aspectos e fenômenos da vida social que seriam impossíveis de ser identificados em outro tipo de análise, por utilizar uma diversidade maior de recursos provenientes de diversas fontes, como documentários, biografias, jornais, livros, discos, entrevistas, enfim, todo o material proveniente de qualquer tipo de comunicação que, por sua vez, deve ser devidamente processado para que a interpretação, compreensão e inferência, caraterísticos deste tipo de análise, sejam facilitados.

Krippendorf (1990) evidencia o fato de que toda leitura se constitui em uma interpretação do leitor e que, por isso, não há leitura totalmente imparcial (ou neutra), ao citar que os textos podem ser investigados dentro de múltiplas perspectivas e que podem ser formuladas diversas interpretações, o que significa que há múltiplas possibilidades de análise relacionadas, em grande parte, ao contexto em que a comunicação se verifica, dado que a mensagem da comunicação é simbólica e depende deste contexto. Portanto, o contexto no qual a comunicação se verifica é essencial para a compreensão dos significados de um texto, o que inclui, por exemplo, além do seu conteúdo, o autor, o destinatário e as formas de codificação e transmissão da mensagem e por isso, deve ser especificado na AC (MORAES, 1999).

Bardin (1977) define a AC como um conjunto de instrumentos metodológicos que pode ser aplicado a diversos discursos e também que se aperfeiçoa continuamente, sendo um único instrumento que, no entanto, compreende várias formas e por isso pode ser adaptado a um amplo campo de aplicação. Esta análise possui um roteiro definido, devendo ser iniciado pela formulação dos objetivos da pesquisa e escolha dos textos, em seguida pela aplicação de técnicas de investigação de acordo com os objetivos pré-definidos e finalmente pela realização do tratamento dos dados e das interpretações. A Figura 3, a seguir, representa esse roteiro resumido, denominando essas fases como pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretações.

Figura 3 - Fases de pesquisa da AC, de acordo com Bardin (1977).

A fase denominada de pré-análise é o momento da pesquisa de AC no qual o pesquisador já retém as informações a analisar, porém é necessário submetê-las a um processo de preparação, assim esta fase possui subfases descritas por Bardin (1977), as quais são: leitura flutuante; escolha dos documentos; formulação de hipóteses e dos objetivos; referenciação dos índices e a elaboração de indicadores; e preparação do material.

A fase designada exploração do material consiste nas operações de codificação, desconto ou enumeração, em função de regras previamente formuladas.

A fase intitulada tratamento dos resultados obtidos e interpretação liga os resultados obtidos ao escopo teórico e permite avançar para conclusões que levem ao progresso da pesquisa.

A Figura 4 é um resumo esquemático, produzido por Bardin (1977), a respeito das fases de pesquisa descritas anteriormente.

Figura 4 - Resumo esquemático das fases da AC.

Fonte: BARDIN, 1977, p. 102

3.2 Modelo de Argumento de Toulmin (2001)

O Modelo de Argumento de Toulmin (2001) identifica os elementos fundamentais de um argumento, assim como as relações existentes entre eles.

Figura 5 - Modelo de Argumento de Toulmin (2001).

Fonte: TOULMIN, 2001, p. 150.

Toulmin (2001), em seu livro denominado *Os Usos do Argumento*, apresenta um padrão de análise de argumentos, em que todo argumento é composto por seis elementos em sua estrutura, sendo apresentados inicialmente três elementos básicos: o dado (D), a conclusão (C) e a justificativa (J) que representam qualquer argumento da seguinte forma: “a partir de um dado D, já que J, então C” e três elementos necessários para que um argumento seja completo: os qualificadores modais (Q) que especificam as condições em que tal justificativa é válida, a refutação (R) que especifica em que condições a justificativa deve ser desconsiderada ou não é suficiente para dar suporte à conclusão e o *backing* (B) ou conhecimento básico que nada mais é que uma garantia baseada em alguma lei jurídica ou científica para apoiar, ou seja, dar maior fundamentação a justificativa.

3.3 Metodologia de análise dos argumentos, segundo Erduran et al. (2004)

Com o intuito de estabelecer uma metodologia para a análise de argumentos em aulas de ciências, a partir do padrão de análise dos argumentos, composto por seis elementos, definido por Toulmin (2001), Erduran et al. (2004) qualificam os argumentos observando a combinação destes elementos, sendo os argumentos mais bem elaborados aqueles que apresentam um maior número de componentes, por exemplo, um argumento que possui somente os três elementos básicos (dado, justificativa e conclusão) é menos complexo que um argumento que contém dado,

justificativa, conclusão e qualificadores modais. Assim, são sugeridas combinações dos componentes, que indicam em ordem crescente a complexidade do argumento: CDJ (conclusão-dado-justificativa); CDJB (conclusão-dado-justificativa-*backing*); CDJR (conclusão-dado-justificativa-refutação); CDJQ (conclusão-dado-justificativa-qualificador); CDJBQ (conclusão-dado-justificativa-*backing*-qualificador); CDJBQR (conclusão-dado-justificativa-*backing*-qualificador-refutação).

A Figura 6 ilustra, em ordem crescente de complexidade, de cima para baixo, possíveis arranjos de componentes de um argumento.

Figura 6 - Ordem crescente de complexidade de argumentos de acordo com a metodologia proposta por Erduran et al. (2004).

	CDJ	Conclusão/ Dado/ Justificativa
	CDJB	Conclusão/ Dado/ Justificativa/ <i>Backing</i>
	CDJR	Conclusão/ Dado/ Justificativa/ Refutação
	CDJQ	Conclusão/ Dado/ Justificativa/ Qualificador Modal
	CDJBQ	Conclusão/ Dado/ Justificativa/ <i>Backing</i> / Qualificador Modal
	CDJBQR	Conclusão/ Dado/ Justificativa/ <i>Backing</i> / Qualificador Modal/ Refutação

3.4 Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas, segundo Sá (2010)

O Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas, elaborado por Sá (2010), visa à análise da argumentação produzida em contextos nos quais questões sociocientíficas se encontram em pauta. Três perspectivas de análise constituem o Modelo.

A primeira perspectiva consiste em analisar a natureza dos critérios na argumentação, que pode ser social, ambiental, de característica econômica, científica e/ou ética.

Já a segunda perspectiva do modelo se refere às fontes de evidências utilizadas para garantir a confiabilidade das informações apresentadas. Por exemplo, a citação de especialistas, instituições ou artigos científicos para atribuir credibilidade ao argumento como evidência de autoridade, ou a citação de

determinado conhecimento prévio e/ou experiência pessoal para atribuir credibilidade ao argumento como uma evidência pessoal.

A terceira perspectiva, por fim, está relacionada às estratégias de aprendizagem empregadas na defesa de argumentos, que podem ser cognitivas, metacognitivas e afetivas.

As estratégias de aprendizagem são consideradas cognitivas quando identificado o uso de: analogias, que estabelecem relações que facilitam a compreensão de determinado fato; organização, quando os alunos realizam a estruturação do material em tópicos, por exemplo, para facilitar a compreensão de determinada informação; apresentação de prós e contras, para avaliar determinada solução para o problema; comparação, tanto das causas de um problema quanto das alternativas apresentadas para a sua solução; questionamento, de alguma informação ou argumento; elaboração, ao verificar conexões entre o material novo a ser aprendido e o material antigo e familiar; e hipótese, que pode ser relacionada tanto ao problema quanto à resolução.

As estratégias de aprendizagem são consideradas metacognitivas quando identificados: planejamento, em que os alunos definem os critérios que serão empregados na análise; monitoramento, quando é observado o acompanhamento e controle das ações que devem ou serão empregadas em determinado momento; e avaliação, quando são considerados os efeitos de determinada decisão em relação a resolução do problema.

As estratégias de aprendizagem também podem ser consideradas afetivas, sempre que é identificado o uso de estratégias como empatia, solidariedade ou valores pessoais na análise do material a ser aprendido.

Segundo Dembo (1994), as estratégias cognitivas trabalham diretamente sobre o material a ser aprendido, auxiliando o estudante a melhor processar a informação, enquanto que as estratégias metacognitivas são procedimentos que o indivíduo emprega para planejar, monitorar e regular o seu próprio pensamento e ação. Para Paiva (1998) as estratégias sociais são as que promovem a interação e a cooperação de uns com os outros e as estratégias afetivas são as que envolvem o controle das emoções, atitudes, valores e motivação.

Tendo em vista a natureza da análise desenvolvida no presente trabalho, não serão analisadas as estratégias metacognitivas, sociais e afetivas indicadas no

Modelo de Sá (2010). Nessa perspectiva, a Figura 7 ilustra a adaptação do referido Modelo às nossas condições de análise.

Figura 7 - Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010), adaptado ao contexto do presente trabalho.

Fonte: Adaptado de SÁ, 2010, p.83.

A adaptação do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010), apresenta três perspectivas de análise ilustradas na Figura 7.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa em questão tem enfoque qualitativo e para a sua realização não se fez necessário o uso de técnicas e métodos estatísticos. O ambiente natural foi a fonte direta dos dados coletados, que são predominantemente descritivos e o pesquisador se configurou como instrumento-chave no processo (LÜDKE; ANDRE, 1986).

4.1 Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma do Curso de Bacharelado em Química do IQSC/USP. Os dados foram coletados na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, oferecida no segundo semestre do Curso. Na ocasião, o professor contou com a colaboração de uma monitora voluntária, aluna de graduação, e de uma aluna de mestrado, que atuou como estagiária do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE¹).

Trata-se de uma disciplina semestral de sessenta horas, com número de créditos igual a três, que tem como objetivo desenvolver no aluno habilidades comunicativas orais com ênfase em aspectos formais de preparação e organização de apresentações acadêmicas, tais como seminários e apresentações de painéis. Busca ainda promover o aperfeiçoamento de assuntos correlatos estudados na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I² e fornecer aos alunos subsídios que lhes permitam a realização de uma leitura crítica da literatura primária em química.

Os sujeitos da pesquisa foram vinte alunos (dez do sexo feminino e dez do sexo masculino), de um total de 25 matriculados na disciplina, que participaram de todas as etapas do PPR, alvo de interesse desta tese. Para a realização das atividades da disciplina, dentre as quais se inclui o PPR, os alunos efetuaram leitura crítica orientada pelo professor dos artigos apresentados no Quadro 5, extraídos da Revista Química Nova, publicada pela Sociedade Brasileira de Química.

---

¹ <http://pae.iqsc.usp.br/>

² <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=SQF302&codcur=75014&codhab=100>

Quadro 5 - Artigos originais de pesquisa utilizados durante o semestre de aplicação da proposta e números correspondentes.

Nº	Título e local de publicação do artigo original de pesquisa
1	Tratamento da água de purificação do biodiesel utilizando eletrofloculação. Química Nova , v.35, n.4, p. 728-732, 2012.
2	Tratamento de efluente do biodiesel utilizando a eletrocoagulação/flotação: investigação dos parâmetros operacionais. Química Nova , v.35, n.2, p. 235-240, 2012.
3	Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. Química Nova , v.28, n.1, p. 19-23, 2005.
4	Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. Química Nova , v.30, n.8, p. 2016-2019, 2007.
5	Utilização de argilas para purificação de biodiesel. Química Nova , vol.34, n.1, p. 91-95, 2011.
6	Caracterização físico-química de resíduos oleosos do saneamento e dos óleos e graxas extraídos visando a conversão em biocombustíveis. Química Nova , v.37, n.4, p. 597-602, 2014.

Todos os artigos tratam da temática biodiesel e abordam apenas técnicas analíticas de fácil compreensão. A delimitação da escolha dos artigos com base neste último critério foi devido ao fato dos alunos, ainda no segundo semestre do Curso, não possuírem conhecimentos acerca de determinados princípios de química, imprescindíveis para o entendimento de técnicas analíticas mais sofisticadas. Cabe ainda destacar que mais dois critérios foram levados em conta na escolha dos artigos, com base nas considerações de Santos e Queiroz (2007). Os autores sugerem que existe a preferência dos alunos pela leitura de artigos originais de pesquisa que “não são demasiadamente extensos e que privilegiam a reflexão e a discussão sobre aspectos não apenas científicos, mas também tecnológicos e sociais” (SANTOS; QUEIROZ, 2007, p.193).

As atividades na disciplina eram realizadas individualmente e em grupo, inicialmente foram formados cinco grupos de quatro alunos e um grupo de cinco alunos. Devido à desistência de uma aluna no decorrer do semestre a turma foi reestruturada em seis grupos de quatro alunos. A composição dos seis grupos encontra-se indicada no Quadro 6, assim como o nome fictício dos seus membros e

o número do artigo por eles estudado, considerando a indicação exposta no Quadro 5.

Quadro 6 - Relação dos nomes fictícios dos integrantes dos grupos e número dos artigos estudados.

Grupo	Nomes fictícios dos integrantes	Número do artigo
G1	Emma, Alexander**, Clara, Julia, Allana**	1
G2	Jacob, Lena, Anastásia, Hina	2
G3	Francesco*, Lorenzo*, David, Charlie	3
G4	William, Thomas, Daria, Lukas	4
G5	Felix, Maja, Karolina, Lívia	5
G6	Sebastian, Agustin, Mustafa***, Pablo	6

*Não participou da atividade do PPR.

**Não concluiu a atividade do PPR.

***Não autorizou a utilização das suas produções textuais como dados da pesquisa.

As atividades descritas a seguir foram realizadas antes do início do PPR e algumas delas serviram para oferecer aos alunos elementos que os subsidiariam durante o processo.

No primeiro dia de aula, o professor informou aos alunos sobre o conteúdo a ser ministrado na disciplina, seus principais objetivos e procedimentos. Em seguida, apresentou a pesquisadora (autora desta tese), a monitora e a estagiária PAE que auxiliariam na realização das atividades didáticas e entregou o cronograma a ser seguido no decorrer do semestre (Apêndice A). Na sequência, todos os alunos foram esclarecidos sobre o teor de nossa investigação e se dispuseram, exceto um, a participar como sujeitos da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento e Informação (Apêndice B), no qual constam as normas de ética que regem a pesquisa e os objetivos do estudo.

Nas semanas seguintes, individualmente, cada aluno concluiu três atividades que consistiam na resolução de questões concernentes ao artigo estudado (Apêndice C, D, E). Nesse ínterim, foi também ministrada aula expositiva na qual o professor fez considerações sobre a preparação e apresentação de trabalhos orais e de painéis. No intervalo de tempo no qual ocorreu o PPR, os alunos, em grupo, realizaram as seguintes atividades relacionadas ao artigo: apresentação oral das seções “Introdução” e “Parte Experimental” (com ênfase nas técnicas empregadas), apresentação oral do artigo completo, apresentação oral de painel sobre o artigo e

reapresentação oral do artigo. Em cada uma das quatro ocasiões, o grupo foi representado por um integrante. As apresentações foram feitas em *PowerPoint* e tiveram a duração de dez ou vinte minutos, dependendo da sua natureza. Após as apresentações orais do artigo completo, os alunos tiveram dez minutos para formular perguntas aos alunos expositores, representantes de cada um dos grupos, e estes tiveram, aproximadamente, o mesmo período de tempo para respondê-las, contando com o auxílio dos demais membros do seu grupo.

4.2 Preparação, Aplicação e Avaliação do PPR

Antes do desencadeamento do PPR na disciplina de comunicação científica, os alunos participaram de uma aula que foi idealizada com o intuito de prepará-los para a produção de um texto argumentativo, que seria o produto a ser avaliado no processo. Este deveria ser redigido com base em informações contidas no artigo estudado pelo grupo. Nessa perspectiva, o professor fez uma breve exposição sobre as características inerentes a um texto argumentativo e, em seguida, propôs aos alunos que participassem de um jogo argumentativo (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014). Para tanto, cada um dos seis grupos elaborou, em um intervalo de vinte minutos, um bom argumento sobre o porquê do seu merecimento a uma caixa de chocolates.

Os alunos foram informados que as razões para o merecimento do prêmio poderiam ser reais ou imaginárias, formais ou informais, direcionadas para um membro da equipe ou à equipe inteira. O professor até então não exerceu nenhuma influência sobre os argumentos dos alunos. Concluída a elaboração do argumento, este foi apresentado oralmente por um integrante de cada grupo. Após as apresentações dos grupos, um material com definições e exemplos de componentes do argumento, segundo Toulmin (2001), foi entregue a cada um deles. Com o apoio desse material, os alunos tentaram identificar a existência dos componentes nos argumentos por eles elaborados para justificar o merecimento do grupo ao prêmio. Ou seja, os alunos tentaram identificar tais componentes em seus próprios argumentos, que foram também analisados pelo docente, o que permitiu o alcance de um consenso sobre o grupo vencedor.

Concluído o jogo, o professor esclareceu aos alunos que os conhecimentos adquiridos na aula sobre a estrutura de um “bom argumento” deveriam ser usados

na produção de um texto argumentativo individual sobre a temática em foco no artigo em estudo. Dessa forma, solicitou que cada grupo escrevesse no quadro negro, no formato de questionamento, o problema principal tratado no artigo, assim como a quantidade de soluções indicadas pelos autores. O Quadro 7 ilustra o problema principal em estudo em cada um dos artigos e o número de soluções apontadas para cada um deles, segundo o entendimento dos grupos.

Quadro 7 - Relação dos nomes fictícios dos integrantes dos grupos, número dos artigos estudados e problema principal aí contido.

Grupo	Nº do artigo	Problema principal em estudo	Nº de soluções apontadas
G1	1	Qual a melhor maneira de purificar a água que resulta do processo de purificação do biodiesel?	2
G2	2	Qual o melhor método para tratar o efluente do biodiesel?	3
G3	3	Qual o melhor método de produção do biodiesel?	1
G4	4	Qual a melhor técnica de caracterização do biodiesel?	3
G5	5	Como fazer a purificação do biodiesel?	3
G6	6	Qual é a melhor forma de tratar e reaproveitar os efluentes oleosos?	2

Tendo sido discutida a pertinência dos questionamentos apresentados por cada um dos grupos, os alunos foram incumbidos de escrever um texto sobre os problemas elencados e argumentar a favor de uma solução, que poderia ter sido, ou não, mencionada pelos autores do artigo.

Com os textos em questão em mãos, o PPR foi então desencadeado pelo professor. A média ponderada das atividades do portfólio e as atividades de PPR correspondiam a 30% da nota final dos alunos na disciplina. O processo ocorreu em quatro ciclos, divididos em dezesseis etapas, descritas a seguir.

Primeiro Ciclo do PPR

O primeiro ciclo foi dividido em cinco etapas:

Etapa 1: produção de texto inicial (número de palavras livre), nos moldes descritos anteriormente, individualmente e em horário extraclasse.

Etapa 2: envio do texto via e-mail pelos alunos para a estagiária PAE.

Etapa 3: impressão de três cópias do texto de cada um dos autores, sem identificação dos mesmos.

Etapa 4: distribuição, em sala de aula, de questionário de caracterização dos alunos (Apêndice F), tendo em vista o conhecimento sobre as suas concepções e experiências prévias referentes ao PPR, e entrega dos textos dos alunos autores aos alunos avaliadores. Os textos distribuídos foram acompanhados de orientações (Apêndice G) sobre o procedimento de avaliação e solicitação de elaboração de critérios de avaliação. Cada aluno avaliador recebeu três textos.

Etapa 5: redação pelos alunos, em sala de aula, de avaliação dos textos analisados e indicação dos critérios utilizados para tanto. Entrega ao professor dos documentos produzidos nesta aula: critérios de avaliação empregados e avaliações propriamente ditas dos textos. Cabe destacar que nem todos os alunos conseguiram realizar a avaliação dos três textos que haviam recebido no início da aula.

Segundo Ciclo do PPR

Já o segundo ciclo foi dividido em mais três etapas:

Etapa 6: elaboração de rubrica (Apêndice H) por parte do professor, com base na leitura de todos os critérios de avaliação sugeridos pelos alunos na etapa 5 e de considerações apresentadas em sala de aula sobre os componentes do argumento, segundo Toulmin (2001).

Etapa 7: apresentação por parte do professor da rubrica e discussão com os alunos dos critérios nela contidos, além de considerações adicionais sobre o PPR (princípios e procedimentos que tornam o processo mais eficaz, dentre outras).

Etapa 8: entrega por parte do professor da rubrica aos alunos, que deveria pautar as próximas avaliações no PPR, juntamente com os textos de autoria de cada um deles, acompanhados da avaliação dos colegas. O Apêndice I ilustra o número de avaliações recebidas por cada um dos autores, o grupo ao qual o aluno pertence e o título inicial do texto argumentativo produzido.

Terceiro Ciclo

O terceiro ciclo dividiu-se em mais cinco etapas:

Etapa 9: produção pelos alunos, em horário extraclasse, da segunda versão do texto argumentativo com, no mínimo, oitocentas palavras, tendo por base a avaliação fornecida pelos colegas avaliadores e os critérios ilustrados na rubrica fornecida pelo professor na aula anterior.

Etapa 10: envio da segunda versão do texto (doravante denominado de texto intermediário) via e-mail pelos alunos para a estagiária PAE.

Etapa 11: impressão de duas cópias do texto de cada um dos autores, sem identificação dos mesmos.

Etapa 12: distribuição dos textos dos alunos autores aos alunos avaliadores. Cada aluno avaliador recebeu dois textos para avaliação em sala de aula. Entrega ao docente das avaliações geradas sobre os textos. Dentre os vinte alunos, doze conseguiram realizar a avaliação dos dois textos que haviam recebido no início da aula, os demais realizaram apenas a avaliação de um dos textos.

Etapa 13: entrega por parte do professor dos textos intermediários aos alunos autores, acompanhados da avaliação dos colegas. O Apêndice J ilustra o número de avaliações recebidas por cada um dos autores, o grupo ao qual o aluno pertence e o título do texto intermediário produzido.

Quarto Ciclo

O quarto ciclo e último ciclo foi fragmentado em mais três etapas:

Etapa 14: produção pelos alunos, em horário extraclasse, da terceira versão do texto argumentativo com, no mínimo, oitocentas palavras, tendo por base a avaliação fornecida pelos colegas avaliadores e os critérios ilustrados na rubrica fornecida pelo professor na aula anterior.

Etapa 15: envio da terceira versão do texto (doravante denominado de texto final) via e-mail pelos alunos para a estagiária PAE.

Etapa 16: avaliação e atribuição de nota ao texto final pelo professor.

Uma vez concluído o PPR, os alunos avaliaram o processo qualitativamente, a partir da produção de um texto em gênero livre e da colocação verbal das suas impressões em sala de aula, com indicação das vantagens e desvantagens do PPR. A partir da leitura dos referidos textos e das colocações dos alunos, o professor elaborou e aplicou um questionário que utiliza escala tipo *Likert* de cinco pontos, com alternativas: Concordo Fortemente, Concordo, Indeciso, Discordo e Discordo Fortemente (Apêndice K).

A Figura 8 demonstra esquematicamente os ciclos e etapas do PPR, de maneira a sintetizar parte do texto apresentado nesta seção.

Figura 8 – Esquema representativo do PPR adotado na pesquisa.

4.3 Métodos de Registro dos Dados

Durante o percurso metodológico adotado neste trabalho, reunimos e analisamos o conjunto de dados indicados a seguir:

- Respostas dos estudantes ao questionário de caracterização.
- Textos iniciais produzidos no primeiro ciclo do PPR.
- Avaliações referentes aos textos iniciais do PPR.
- Critérios gerados pelos alunos, referente aos textos iniciais do PPR.
- Textos finais produzidos no quarto ciclo do PPR.
- Respostas dos estudantes ao questionário de avaliação do PPR.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Concepções dos graduandos em química referentes ao PPR

Conforme mencionado anteriormente, antes do início das atividades do PPR os alunos responderam a um questionário elaborado com o intuito de obtenção de informações que permitissem a sua caracterização no que diz respeito às concepções referentes ao processo (Apêndice F).

O questionário continha quatro questões, que foram respondidas por vinte alunos em duas etapas. Na primeira etapa, foram respondidas questões que solicitavam, respectivamente, a definição do conceito do PPR e as vantagens e desvantagens a ele associadas.

No que diz respeito à primeira questão, a grande maioria dos alunos, dezanove dentre os vinte, forneceu definições corretas para o PPR. Os alunos definiram o processo, no âmbito da comunidade científica, conforme ilustram os exemplos a seguir:

“O autor manda seu texto para a editora que envia o texto para 2 corretores anônimos que avaliam e mandam sua opinião para o editor que passa as informações para o autor e ele modifica o que é necessário.”

“É um processo em que uma produção textual é avaliada, revisada, na qual o avaliador aponta os pontos fortes e fracos da produção e indica se o texto deve ser aprimorado, melhorado em algum aspecto. Além disso, é feito de forma imparcial no sentido de o autor do texto não saber quem é o avaliador e o avaliador não saber quem é o autor.”

Nessa perspectiva, as definições vão ao encontro do que afirmam Oliveira e Queiroz (2007). Segundo os autores, o PPR é utilizado majoritariamente na publicação de artigos e consiste na submissão de um trabalho científico ao escrutínio de especialistas no assunto, que possuem a identidade resguardada durante o processo. Estes fazem comentários e sugestões sobre o trabalho, com o objetivo de contribuir para a melhoria da sua qualidade. No caso da publicação de artigos científicos, o diálogo entre os autores e os revisores é arbitrado por um ou mais editores, afiliados à revista científica em questão. A única definição incorreta apresentada para o PPR foi:

“A banca do periódico científico possui um par de analistas que avaliam o artigo individualmente e fazem um parecer individual que deve ser concordante.”

De fato, o PPR não ocorre mediante a avaliação de uma banca, tampouco os pareceres emitidos precisam ser concordantes.

Com relação ao segundo questionamento, os alunos arrolaram as vantagens e desvantagens do PPR. As vantagens foram agrupadas nas seguintes categorias: imparcialidade existente no PPR (1); aprimoramento da qualidade dos textos a publicar (2); obtenção de diferentes avaliações para um mesmo texto (3); anonimato existente no PPR (4); ampliação do conhecimento dos envolvidos no PPR (5); prevenção de plágio na produção dos textos (6). Dois alunos não apontaram nenhuma vantagem no PPR. No Quadro 8 constam exemplos para cada uma das referidas categorias.

Quadro 8 - Vantagens indicadas com relação ao PPR, com respectivos exemplos.

Categorias	Exemplos das respostas dos alunos
1	“Uma vantagem do processo é que a análise é feita sem revelar o nome dos avaliadores, portanto não há risco de represálias em caso de críticas ruins. O avaliador também não sabe quem é o autor e por isso não há risco de ser tendencioso.”
2	“O processo apresenta muitas vantagens relacionadas à melhoria do texto escrito, as sugestões, críticas ao autor são analisados e avaliadas por ele, podendo assim melhorar seu texto.”
3	“Vantagem no processo de peer review é o fato de poder se obter diferentes análises e pontos de vista referentes ao artigo.”
4	“A vantagem desse processo é que o avaliador vai corrigir o artigo sem saber qual é o autor”
5	“As vantagens do processo de peer review são que avaliadores do mesmo âmbito de pesquisa irão avaliar, portanto, o conhecimento de um será fornecido ao outro, que possivelmente não o possui.”
6	“O lado positivo é que evita que plágios sejam publicados e que ocorra uma “filtração” para com os artigos, dessa forma os artigos não são todos publicados, uma vez que alguns deles não estão bons o suficiente.”

A Figura 9 ilustra o número de vezes que cada categoria foi mencionada pelos alunos.

Figura 9 - Número de menções por categoria das vantagens indicadas no PPR.

A imparcialidade e o aprimoramento da qualidade do texto a ser publicado foram as vantagens apontadas com maior recorrência pelos alunos. No entanto, estes não se furtaram a indicar outras vantagens que são também entendidas como inerentes ao PPR. Bence e Oppenheim (2004), por exemplo, indicam como vantagens do PPR: ocasiona avaliação imparcial dos manuscritos; protege das práticas de plágio; assegura a qualidade dos textos produzidos; possibilita o oferecimento de críticas construtivas aos autores; incrementa a qualidade da produção científica, uma vez que impulsiona a citação de artigos relevantes; os editores podem sugerir que os artigos sejam encaminhados para submissão em outros periódicos mais apropriados para divulgação do texto submetido; confere segurança de autenticidade; dá credenciais para a comunidade científica, que são consideradas para a obtenção de status e de emprego, por exemplo; permite garantias ao autor para exigir primazia e propriedade sobre uma ideia.

Dentre as nove vantagens apontadas no parágrafo anterior (BENCE; OPPENHEIM, 2004), as quatro primeiras foram mencionadas pelos alunos.

As desvantagens do PPR foram agrupadas nas seguintes categorias: parcialidade existente no PPR (1'); avaliação pouco criteriosa dos textos por parte dos avaliadores (2'); falta de ética dos avaliadores no PPR (3'); lentidão do PPR (4'). No Quadro 9 constam exemplos para cada uma das referidas categorias.

Quadro 9 - Desvantagens indicadas com relação ao PPR, com respectivos exemplos.

Categorias	Exemplos das respostas dos alunos
1'	"Por mais que a avaliação deva ter caráter indiferente, muitas vezes isso não é obedecido, prejudicando alguns pesquisadores."
2'	"No entanto, tal revisão pode não ser criteriosa como o exigido. Além disso, o revisor pode aplicar critérios não universais."
3'	"As desvantagens estão ligadas a falta de ética de um avaliador, pois este pode demorar muito para avaliar um artigo ou, ele pode fazer uma avaliação ruim do artigo, impedindo que o mesmo seja publicado."
4'	"Desvantagens: atraso na publicação do artigo, demora na avaliação."

A Figura 10 ilustra o número de vezes que cada categoria foi mencionada pelos alunos.

Figura 10 - Número de menções por categoria na análise das desvantagens arroladas pelos alunos ao PPR.

A parcialidade na avaliação e a falta de ética foram as desvantagens destacadas pela maioria dos alunos. No entanto, outras desvantagens, que são também mencionadas na literatura, não foram esquecidas por eles. Bence e Oppenheim (2004), por exemplo, indicam como desvantagens do PPR: apresentação de julgamentos incorretos por parte dos avaliadores; os avaliadores não são sempre imparciais e as suas concepções podem impactar os seus

julgamentos; o tempo gasto no processo é longo; os avaliadores podem não ter opinião consensual sobre o mérito de um mesmo texto avaliado; comentários dos avaliadores podem se mostrar como de pouca utilidade; consolida a existência de uma comunidade científica “fechada”; ideias inovadoras podem ser barradas por avaliadores presos a práticas tradicionais; inconsistência inerente ao PPR, de modo que um mesmo artigo recusado em um periódico é aceito por outro.

Dentre as oito desvantagens apontadas no parágrafo anterior (BENCE; OPPENHEIM, 2004), as três primeiras foram mencionadas pelos alunos.

O fato dos alunos definirem o PPR e elencarem suas vantagens e desvantagens em consonância com a literatura sugere o conhecimento que possuem, mesmo que limitado, sobre o processo. A caracterização dos sujeitos como entendedores do PPR fortalece a sua aplicação no contexto da presente pesquisa. Com efeito, é consensual o entendimento sobre a relevância dessa compreensão por parte dos alunos para o alcance de resultados positivos no que tange à concretização do PPR no âmbito educacional (HANRAHAN; ISSACS, 2001; SLUIJSMANS, 2002; VAN STEENDAM et al., 2010).

Na segunda etapa, os alunos responderam mais duas questões. A primeira indagava sobre a participação prévia em alguma atividade no formato de *peer review* e a segunda sobre as vantagens e desvantagens de atividades nesse formato no ensino superior de química.

A análise das respostas indicou que nenhum dos alunos havia participado de atividades que envolvessem o PPR nos moldes adotados nesta pesquisa. A análise mostrou ainda que um deles simulou em aulas de português o papel de avaliador de redações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), enquanto outro revisou e avaliou textos de colegas para publicação no jornal da escola.

O fato de não existir participação prévia dos alunos em PPR possibilita a busca de respostas para a nossa primeira questão de pesquisa: *Graduandos em química, que nunca haviam participado de um PPR nos moldes delineados neste trabalho, possuem habilidade para realizar ações inerentes ao processo (como definição de critérios de avaliação, julgamento e oferecimento de feedback frente a textos argumentativos produzidos pelos colegas)?*

Conforme mencionado anteriormente, a partir das respostas alcançadas, pretendemos contribuir para o entendimento sobre o que estão e o que não estão aptos a fazer alunos que participam pela primeira vez do PPR. Com tais informações

em mãos, será possível especular sobre a preparação que deve ser oferecida aos alunos visando o delineamento de um PPR no contexto acadêmico que favoreça o processo de ensino-aprendizagem. Ademais, abre-se ainda a possibilidade de estabelecimento de relações com resultados reportados na literatura nos quais alunos de outros níveis de escolaridade são investigados quanto às mesmas habilidades.

Na quarta questão do questionário, os alunos foram convidados a apontar as vantagens e desvantagens da aplicação do PPR no contexto educacional. As vantagens foram agrupadas em mais categorias do que o observado para o PPR no âmbito profissional. Além das categorias 1 (imparcialidade existente no PPR), 2 (aprimoramento da qualidade dos textos a publicar), 3 (obtenção de diferentes avaliações para um mesmo texto), 4 (anonimato existente no PPR), e 5 (ampliação do conhecimento dos envolvidos no PPR), já mencionadas, os alunos indicaram ainda as seguintes vantagens: aprimoramento da linguagem científica (7), aceitação de críticas (8), aprimoramento do senso crítico (9), aprendizado com relação à realização de avaliações (10), pertinência do PPR como sistema de avaliação no contexto educacional (11), preparação para o mercado de trabalho/carreira acadêmica (12), e não indicaram a categoria 6 (prevenção de plágio na produção dos textos).

No Quadro 10 constam exemplos para cada uma das seis categorias não mencionadas anteriormente.

Quadro 10 - Vantagens indicadas com relação ao PPR no contexto educacional, com respectivos exemplos.

(continua)

Categorias	Exemplos das respostas dos alunos
7	“O aprimoramento da linguagem científica e do modo formal de transmitir informações referentes a temas relacionados à química são vantagens da aplicação de atividades deste gênero.”
8	“As vantagens são aprender a fazer críticas construtivas e a aceitá-las também, sendo algo valioso para a formação de um bom profissional.”

Quadro 10 - Vantagens indicadas com relação ao PPR no contexto educacional, com respectivos exemplos.

(conclusão)	
9	“As vantagens são que cada aluno poderá expor seu senso crítico e perceber seu próprio erro ao apontar o do outro.”
10	“As vantagens são para quem produz o texto melhorar a escrita, e ver o que está errado e aprender a avaliar um texto é a vantagem do avaliador.”
11	“É um bom modo de avaliação, pois normalmente não conseguimos observar nossos próprios erros que outras pessoas conseguem com mais facilidade.”
12	“Eu vejo, no meu entendimento, o processo de peer review no ensino superior de química como uma maneira de evolução pessoal na produção de textos; a avaliação de um aluno sobre o texto de outro tende a ajudar o autor do texto a melhorar sua produção textual, o que será útil para ele no resto de sua vida acadêmica.”

A Figura 11 ilustra o número de vezes que cada categoria foi mencionada pelos alunos.

Figura 11 – Número de menções por categoria na análise das vantagens arroladas pelos alunos ao PPR no contexto educacional.

Assim como o observado para as indicações sobre a vantagem do PPR no âmbito profissional, o aprimoramento da qualidade do texto produzido foi a vantagem citada pelo maior número de alunos quando se trata do contexto educacional. Com relação às desvantagens, estas foram agrupadas nas mesmas

categorias identificadas para o PPR no âmbito acadêmico, com exceção da desvantagem na lentidão no processo, que não foi mencionada no contexto educacional. De fato, a falta de ética dos avaliadores e a parcialidade existente no PPR foram indicadas por um aluno e três deles citaram como desvantagem a avaliação pouco criteriosa dos textos.

As vantagens e desvantagens apontadas pelos alunos para o PPR no contexto educacional estão alinhadas com as que são relatadas na literatura (FELZIEN; COOPER, 2005; REYNOLDS; VOGEL, 2007; BIROL et al., 2013). O que corrobora o entendimento do qual são detentores sobre o PPR e indica que as suas expectativas frente ao processo no qual se inseriram durante a realização do presente trabalho eram realistas.

5.2 Habilidades dos graduandos em química na realização de ações inerentes ao PPR

Com o intuito de investigarmos as habilidades de alunos que nunca haviam participado de um PPR na realização de ações inerentes ao processo, analisamos os critérios por eles empregados para avaliação dos textos dos colegas, assim como os pareceres que redigiram.

O processo foi conduzido no formato de avaliação às cegas. Os alunos avaliaram os textos produzidos por seus colegas de forma aleatória, exercendo tanto o papel de avaliado quanto o de avaliador. Para tanto, nesse momento inicial, não receberam qualquer tipo de instrução sobre a forma de avaliação a adotar e atenderam à demanda ilustrada no Quadro 11.

Quadro 11 - Atividade individual referente ao PPR.

Você tem em mãos três textos argumentativos redigidos por colegas de turma sobre a temática biocombustível/biodiesel. Para a realização desta tarefa você desempenhará o papel de um avaliador dos textos. De forma sintética, podemos afirmar que um avaliador precisa realizar as seguintes ações: 1) Definir critérios para o julgamento sobre a qualidade do texto; 2) Fazer o julgamento do desempenho do colega com relação à produção do texto; 3) Fornecer ao colega um feedback com relação ao texto produzido (identificar discrepâncias/ incoerências/ inconsistências) no texto e sugerir possibilidades para o seu aprimoramento. É importante que o avaliador indique tais aspectos da maneira mais clara e detalhada possível. Assim, realize os seguintes passos de acordo com as indicações abaixo:

- 1) Apresente os critérios que você irá usar para o julgamento do texto (a forma de apresentação dos critérios pode ser escolhida por você) no verso desta folha.
- 2) O julgamento do desempenho do colega com relação à produção do texto e o seu feedback com relação ao texto produzido deverá ser escrito no formato de uma carta. Você irá anexar ao texto produzido pelo colega à sua carta, assim, é permitido fazer indicações/sugestões no próprio texto do colega e se referir a eles na sua carta.

Conforme mencionado anteriormente, na etapa 1 do primeiro ciclo do PPR os alunos produziram individualmente o texto argumentativo solicitado pelo professor e na etapa 4 estes foram distribuídos em sala de aula e avaliados pelos alunos.

Segundo Sluijsmans (2002), o sucesso da avaliação por pares depende das habilidades dos avaliadores: na definição de critérios para análise do texto em questão, na natureza do julgamento oferecido sobre o texto e no teor do *feedback* fornecido a seu respeito. Quanto à habilidade de definição de critérios, é essencial que os avaliadores tenham conhecimento sobre quais elementos são determinantes para a boa execução da atividade, de modo que sejam gerados critérios de julgamento pertinentes (TOPPING, 2003). Quanto à habilidade de julgamento, espera-se que os avaliadores façam julgamentos críticos, realizando a análise a partir da aplicação de critérios que já desenvolveram (TOPPING et al., 2000). No que se refere à habilidade de fornecimento de *feedback*, espera-se que estes sejam acompanhados de sugestões de possíveis pontos de melhoria (STRIJBOS; SLUIJSMANS, 2010).

Os pressupostos de Sluijsmans (2002) foram empregados neste trabalho com o intuito de avaliarmos a habilidade dos graduandos, enquanto protagonistas do PPR.

5.2.1 Definição dos critérios de avaliação de textos argumentativos

Os alunos definiram e usaram critérios de avaliação para os textos argumentativos em questão, a soma dos critérios de avaliação gerados pelos vinte alunos foi 105 (Apêndice L), que foram agrupados em seis categorias. As seis categorias e a definição dos critérios utilizados pelos alunos dentro de cada categoria encontram-se indicadas na Tabela 2. A terceira coluna indica o número de vezes que os critérios foram mencionados pelos alunos dentro de cada categoria. A quarta coluna corresponde ao número de menções feitas a cada categoria de critérios dividida pelo número total de vinte alunos (média do número de menções).

Dentre as categorias de critérios empregadas, a argumentação foi a mais recorrente, o que não é surpreendente, uma vez que a condição para produção do texto era a natureza argumentativa. Os critérios elaborados para esta categoria sugerem a contribuição das atividades didáticas realizadas na aula preparatória (jogo argumentativo, por exemplo) para o entendimento dos alunos sobre os componentes estruturais essenciais de um argumento, assim como de outros aspectos não estruturais que o fortalecem. É também relevante observar que para esta categoria a média do número de menções é 2,35, o que indica a relevância assumida para ela por número considerável de alunos. De fato, constatamos tanto a existência de cinco alunos que utilizaram apenas um dos critérios da categoria, quanto de dois alunos que utilizaram todos eles. Os alunos, em sua totalidade, assim, definiram este como critério base para análise dos textos.

Tabela 2 – Número de menções feitas por categoria de critérios de avaliação e a média de menções.

(continua)			
CATEGORIAS DE CRITÉRIOS	DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DENTRO DE CADA CATEGORIA	Nº DE MENÇÕES	MÉDIA
Argumentação (Estrutura e Qualidade)	A1. O texto apresenta características de texto argumentativo.	47	2,35
	A2. O texto apresenta elementos do argumento, segundo Toulmin (2001).		
	A3. O texto apresenta defesa consistente da tese.		
	A4. Opinião defendida no texto é convincente.		

Tabela 2 - Número de menções feitas por categoria de critérios de avaliação e a média de menções.

(conclusão)			
CATEGORIAS DE CRITÉRIOS	DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DENTRO DE CADA CATEGORIA	Nº DE MENÇÕES	MÉDIA
Clareza	C1. O texto é de fácil entendimento.	12	0,6
	C2. O texto apresenta clareza na exposição das ideias.		
	C3. O texto é autoexplicativo.		
Linguagem	L1. O texto tem erros gramaticais.	15	0,75
	L3. O texto apresenta linguagem formal (atende à norma culta).		
Coerência e Coesão	CC1. O texto apresenta coerência.	16	0,8
	CC2. O texto apresenta coesão.		
	CC3. O texto apresenta intertextualidade.		
	CC4. O texto apresenta redundância.		
Apresentação	AP1. O texto apresenta título.	9	0,45
	AP2. O texto apresenta formatação adequada.		
Conteúdo	CO1. O texto apresenta comparações.	6	0,3
	CO2. O texto apresenta dados sobre o assunto em foco, provenientes de fontes fidedignas.		
	CO3. O texto apresenta conceitos que são devidamente explicados.		
	CO4. O texto explica técnicas químicas e físicas.		
	CO5. O texto apresenta introdução com breve contextualização do assunto e esclarece sua importância/relevância.		

As três categorias mais prevalentes, excluída a argumentação, foram: coerência e coesão, linguagem e clareza. Estas, embora não tenham sido citadas por todos os alunos, também se mostraram relevantes para parte considerável deles, encontrando lugar na definição de critérios de respectivamente dezesseis, quinze e doze alunos, dentre os vinte que participaram do PPR. Em contraponto, apenas nove e seis alunos, respectivamente, definiram critérios relacionados às categorias apresentação e conteúdo do texto.

Nesse contexto, verifica-se considerável heterogeneidade nos critérios para avaliação adotados pelos alunos. Para todas as categorias observamos a existência de alunos que utilizaram poucos critérios e de alunos que usaram muitos critérios. O

que constatamos com esse resultado é que os alunos colocam ênfase diferente sobre determinados critérios para avaliar os textos de seus pares.

5.2.2 Pertinência dos critérios de avaliação de textos argumentativos

Tendo em vista a reunião de elementos capazes de fornecer subsídios para a elaboração de considerações sobre a pertinência dos critérios definidos pelos alunos para avaliação dos textos argumentativos, nos pautamos no trabalho de Tsivitanidou, Zacharia e Hovardas (2011). Os autores realizam a validação dos critérios elencados pelos alunos comparando-os com os critérios produzidos por especialistas.

No presente estudo, a verificação quanto à pertinência dos critérios propostos pelos alunos se deu por meio da comparação destes com aqueles definidos e utilizados por avaliadores de duas revistas que reportam artigos originais de pesquisa. Estas, aqui denominadas de 1 e 2, são classificadas como A2 nas áreas de Educação e Ensino, segundo o Qualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Uma vez que os níveis A1 e A2 são indicativos de revistas de alta qualidade, assumimos que os critérios por elas definidos são adequados para indicar a pertinência dos critérios sugeridos pelos alunos, guardando-se, naturalmente, as devidas proporções.

A revista 1 utiliza dezoito critérios de avaliação (Apêndice M) e a revista 2 conta com quinze critérios (Apêndice N). Somando os critérios utilizados obtivemos um total de 33 critérios. Dos 33 critérios utilizados pelas revistas, 28 foram divididos em seis categorias de critérios de avaliação e cinco foram excluídos, por não serem relevantes ao contexto do nosso trabalho. Ou seja, são critérios específicos para avaliação de artigos, como por exemplo, “O artigo pode ser encurtado significativamente sem perda de clareza?”. O Quadro 12 ilustra as seis categorias e os critérios, dentro de cada categoria, utilizados pelos avaliadores das revistas. Indicamos pelo número 1 sobrescrito os critérios de avaliação da revista 1 e pelo número 2 sobrescrito os da revista 2.

Quadro 12 – Categorias de critérios de avaliação e definição dos critérios das revistas 1 e 2.

Categorias de critérios	Definição dos critérios das revistas dentro de cada categoria
Argumentação	1. Na análise são apresentadas evidências suficientes para dar suporte aos resultados? ¹
	2. As conclusões estão bem ancoradas nos resultados apresentados? ¹
	3. As figuras, tabelas, gráficos são pertinentes às argumentações apresentadas? ¹
Clareza	1. As tabelas e figuras são claras? (se for o caso) ²
	2. O resumo dá a informação necessária de maneira clara e concisa? ²
	3. As questões de pesquisa estão claramente formuladas? ¹
	4. O resumo apresenta informações claras e concisas? ¹
Linguagem	1. O português (espanhol ou inglês) é satisfatório? ²
	2. O artigo apresenta uma linguagem adequada? ¹
Coerência e Coesão	1. A metodologia apresentada é coerente com o referencial teórico e com as questões de pesquisa? ¹
	2. O artigo está bem organizado? ²
	3. A metodologia, procedimentos e organização são apropriados? ¹
Apresentação	1. O artigo está bem organizado? ²
	2. O título do artigo é apropriado? ²
	3. O título do artigo retrata adequadamente o conteúdo/tema abordado? ¹
	4. As figuras, tabelas, gráficos apresentam qualidade satisfatória para a publicação? ¹
Conteúdo	1. O conteúdo é suficientemente novo, em termos de pesquisa na área, justificando sua publicação? ²
	2. O conteúdo é suficientemente relevante, em termos de pesquisa na área, justificando sua publicação? ²
Conteúdo	3. O artigo é de boa qualidade, sem erros metodológicos, enganos de concepção ou ambiguidades? ²
	4. As referências e trabalhos prévios e relacionados são adequadas? ²
	5. As legendas das figuras e tabelas são adequadas? (se for o caso) ²
	6. As tabelas e figuras são relevantes? (se for o caso) ²
	7. A apresentação e discussão dos dados é apropriada? ²
	8. O conhecimento produzido é relevante para o desenvolvimento da pesquisa em ensino de ciências? ²
	9. O título do artigo retrata adequadamente o conteúdo/tema abordado? ²
	10. O conteúdo/tema abordado é relevante em termos da pesquisa na área e está bem justificado? ¹
	11. O referencial teórico é pertinente ao conteúdo/tema abordado e às questões de pesquisa? ¹
	12. A metodologia, procedimentos e organização são apropriados? ¹
	13. A análise tem por base a fundamentação teórica apresentada? ¹
	14. As conclusões são comparadas com as de outros trabalhos no mesmo domínio, disponíveis na literatura? ¹
	15. A bibliografia é pertinente e atualizada? ¹

Cabe destacar que três critérios apresentados no Quadro 12 foram alocados em mais de uma categoria: o critério “O artigo está bem organizado?” se relaciona tanto à categoria coerência e coesão quanto à apresentação; o critério “A metodologia, procedimentos e organização são apropriados?” se relaciona tanto à categoria coerência e coesão quanto à categoria conteúdo; o critério “O título do artigo retrata adequadamente o conteúdo/tema abordado?” se relaciona tanto à categoria apresentação quanto à categoria conteúdo.

A Figura 12 ilustra a quantidade de critérios definidos pelas revistas e pelos alunos para cada categoria de critérios. Todas as categorias de critérios definidas pelas revistas também foram indicadas pelos alunos. Além disso, a quantidade de critérios definidos por categoria foi bastante semelhante por parte das revistas e dos alunos para as seguintes categorias, com diferença em apenas uma unidade de critério definido: coerência e coesão, linguagem, clareza e argumentação. Na categoria apresentação, ocorre uma diferença de duas unidades de critérios: os alunos definiram dois critérios e as revistas definiram quatro.

Figura 12 - Quantidade de critérios definidos pelas revistas e pelos alunos em cada categoria de critérios.

A categoria conteúdo foi a que apresentou o maior número de critérios definidos, tanto pelos alunos como pelas revistas. Porém a quantidade de critérios definidos pelas revistas é o triplo da quantidade definida pelos alunos.

Provavelmente, a discrepância no número de critérios estabelecidos para esta categoria se deve à sua maior complexidade frente às demais, que envolve aspectos pouco familiares aos alunos, como a relevância da comparação de conclusões alcançadas pelos autores de um texto frente a outras relatadas anteriormente em trabalhos no mesmo domínio.

Os resultados indicam, portanto, a pertinência dos critérios sugeridos pelos alunos para a avaliação dos textos argumentativos dos colegas, porém, evidenciam que a habilidade dos mesmos na definição de critérios é bastante incipiente frente a uma questão altamente relevante da avaliação, que diz respeito aos conteúdos propriamente ditos exibidos nos textos. Em certa medida, os dados também corroboram resultados reportados na literatura que indicam que os estudantes, ao assumirem o papel de avaliadores, tendem a seguir os paradigmas estabelecidos pelos seus professores (GIELEN, et al., 2010; MACARTHUR; SCHWARTZ; GRAHAM, 1991), mesmo que de forma limitada.

5.2.3 *Feedback* fornecido aos pares: teor dos julgamentos dos textos e alterações propostas

Os *feedbacks* fornecidos pelos alunos no PPR foram avaliados a partir da análise dos textos produzidos pelos membros de quatro dos seis grupos que participaram do processo. Optamos por analisar textos que receberam três *feedbacks* dentro de cada grupo, o que permitiu o estabelecimento mais profícuo de relações entre eles. G1 e G6 possuem na sua constituição três alunos, G2 dois alunos e G5 um aluno cujo texto produzido por cada um deles recebeu três *feedbacks*. G3 e G4 não obedecem ao critério mencionado e os textos produzidos pelos seus membros não foram analisados. A Tabela 3 ilustra o número de *feedbacks* recebidos por cada um dos autores pertencentes a G1, G6, G2 e G4, assim como os textos selecionados para análise (denominados de A a I).

Tabela 3 – Número de *feedbacks* fornecidos aos textos produzidos por cada autor pertencente a G1 a G4.

GRUPO	NOME FICTÍCIOS DOS ALUNOS	Nº DE FEDBACKS RECEBIDOS	SELEÇÃO E DENOMINAÇÃO DO TEXTO
G1	Emma	3	Texto A
G1	Clara	3	Texto B
G1	Julia	3	Texto C
G6	Pablo	3	Texto D
G6	Agustin	3	Texto E
G6	Sebastian	3	Texto F
G2	Jacob	3	Texto G
G2	Hina	3	Texto H
G2	Anastásia	2	-
G2	Lena	2	-
G5	Maja	2	-
G5	Karolina	2	-
G5	Lívia	2	-
G5	Félix	3	Texto I

Análise do G1

O G1, constituído por três alunos, trabalhou com o artigo original de pesquisa intitulado “Tratamento da água de purificação do biodiesel utilizando eletrofloculação” (BRITO et al., 2012). Cada aluno produziu um texto argumentativo, o qual foi copiado e entregue a três avaliadores anônimos e distintos, portanto cada um deles recebeu três *feedbacks*, referente à sua produção textual. Assim, o grupo como um todo recebeu nove *feedbacks*.

A análise dos *feedbacks* se pautou principalmente nos seguintes pressupostos: a) natureza construtiva, que se caracteriza pela existência dos componentes julgamentos (positivos e/ou negativos) e propostas de alterações para o aperfeiçoamento do texto (CHEN et al., 2009; PLOEGH; TILLEMA; SEGERS, 2009); b) associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto avaliado (TSIVITANIDOU; ZACHARIA; HOVARDAS, 2011); c) coincidência de critérios para a avaliação de um mesmo texto; d) coerência entre as análises realizadas para a avaliação de um mesmo texto.

Conforme mencionado anteriormente, os *feedbacks* foram fornecidos no formato de carta, de modo que cada sentença se constitui em uma unidade de análise. O Quadro 13 apresenta a quantidade de julgamentos positivos (por exemplo, “Há uma quantidade adequada de conhecimento técnico e científico na dissertação”) e negativos (por exemplo, “Há erros de digitação e gramaticais de

concordância no desenvolvimento do texto”), bem como a quantidade de alterações sugeridas por cada avaliador aos textos A, B e C.

Quadro 13 – Componentes dos *feedbacks* fornecidos pelos avaliadores aos textos A, B e C de autoria dos alunos do G1.

	Texto A				Texto B				Texto C		
	AP	JP	JN		AP	JP	JN		AP	JP	JN
Avaliador 1	3	4	1	Avaliador 1'	2	0	5	Avaliador 1''	2	1	1
Avaliador 2	1	1	0	Avaliador 2'	1	1	4	Avaliador 2''	0	2	1
Avaliador 3	0	2	4	Avaliador 3'	0	1	3	Avaliador 3''	3	1	4
Total	4	7	5	Total	3	2	12	Total	5	4	6

AP = Alteração Proposta, JP = Julgamento Positivo e JN = Julgamento Negativo.

Dentre os nove *feedbacks* examinados, apenas três, emitidos pelo Avaliador 3, Avaliador 3' e Avaliador 2'' não apresentam julgamentos conjuntamente com propostas de alteração para aprimoramento dos textos. O que sugere que parte significativa dos graduandos emitiu *feedbacks* de natureza construtiva, segundo os referenciais adotados.

No que concerne à associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto, os nove avaliadores sugeriram um total de apenas doze propostas de alteração frente a 23 julgamentos negativos. O que mostra indícios de fragilidade nos *feedbacks* emitidos. Como agravante, três avaliadores, os mesmos acima mencionados, realizaram julgamentos negativos e não fizeram qualquer sugestão de alteração. O Avaliador 2, em contraponto, sugeriu uma alteração ao texto que não está acompanhada de julgamento negativo.

A análise da relação entre julgamentos negativos e as alterações propostas evidenciou que, especificamente para o texto A, apenas um dos três avaliadores relaciona os julgamentos negativos com as alterações propostas: o Avaliador 1 fez um julgamento negativo, porém sugeriu três propostas de alterações; o Avaliador 2 não fez nenhum julgamento negativo, porém sugeriu uma proposta de alteração; o Avaliador 3 fez quatro julgamentos negativos, porém não sugeriu nenhuma proposta de alteração. Das três alterações sugeridas pelo Avaliador 1, apenas uma está relacionada com o julgamento negativo, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento negativo do Avaliador 1 (“Quanto à imparcialidade, apenas um problema

foi identificado: a utilização do termo “nosso”) está diretamente relacionado a alteração proposta (“Este texto deve ser feito de forma imparcial”), já as outras duas alterações propostas (“Se o objetivo era de defender o fato de que a eletrofloculação é o melhor método de tratamento de efluentes, isso deveria ser apresentado já na introdução” e “Quanto a pontuação, apenas uma incorreção foi identificada: na terceira linha, do primeiro parágrafo, após a palavra purificação, uma vírgula deveria ser usada”) não possuem nenhuma relação direta com o julgamento negativo fornecido.

Para o texto B, os três avaliadores apresentaram julgamentos negativos, porém apenas o Avaliador 1’ e o Avaliador 2’ sugeriram alterações para melhorar o texto. As duas alterações sugeridas pelo Avaliador 1’ estão relacionadas com três de seus cinco julgamentos negativos, conforme ilustram os trechos a seguir. Dos cinco julgamentos negativos do Avaliador 1’, dois (“Pude perceber que você descreve a técnica, mas não argumenta sobre a sua inviabilidade de maneira clara e concisa: apenas conclui que ela é inviável” e “Outro ponto importante em relação aos argumentos se refere à comparação da técnica desenvolvida no artigo em relação às outras técnicas utilizadas”) estão diretamente relacionados à alteração proposta (“A fim de melhorar seu texto, sugiro que organize mais os conceitos e pensamentos e desenvolva parágrafos, nos quais, além de explicar a técnica, introduza o porquê desta ser viável ou não (monte tópicos sobre isso antes de elaborar o texto argumentativo)”), já o outro julgamento negativo (“Ao argumentar sobre a técnica que deveria ser a mais viável, mistura-se parte do procedimento experimental de desenvolvimento da técnica em meio ao argumento, deixando o texto confuso e não argumentando de fato sobre a técnica”) está diretamente relacionado com a alteração proposta (“Além disso, não explique o que foi feito no artigo, e sim os aspectos positivos/negativos da técnica, e desenvolva os parágrafos de modo que sejam interligados (relacionados um com o outro)”) sugerida pelo avaliador, enquanto os outros dois julgamentos negativos (“o primeiro ponto que notei se refere aos argumentos empregados em cada parágrafo, estes apresentam-se “vazios”, não se conectam entre si, de modo que cada parágrafo é introduzido sem que a análise problemática seja realizada e concluída no anterior” e “Não estava claro no seu texto qual é a problematização que seu artigo se propôs a resolver”) não possuem relação direta com nenhuma das alteração propostas.

A alteração sugerida pelo Avaliador 2' não possui relação direta com os julgamentos negativos fornecidos, conforme ilustram os trechos a seguir. Os quatro julgamentos negativos do Avaliador 2' foram: "O texto não apresenta título", "Existe o excessivo emprego do termo 'processo'", "A redação é expositiva e não argumentativa e existem contradições no final do segundo e quarto parágrafo" e "Em alguns casos não se verifica o emprego correto da linguagem", enquanto a alteração proposta foi: "Na segunda linha empregar o verbo "haver" no lugar do verbo "ter"".

Para o texto C, os três avaliadores apresentaram julgamentos negativos, porém apenas o Avaliador 1" e o Avaliador 3" sugeriram alterações para melhorar o texto. As duas alterações sugeridas pelo Avaliador 1" não estão relacionadas com o seu julgamento negativo, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento negativo do Avaliador 1" foi: "No entanto, recorrentes erros de pontuação e acentuação comprometem o conteúdo escrito", enquanto as alterações propostas foram: "Recomendo também que evite traços poéticos em seu texto argumentativo, e reserve-os para o momento adequado" e "Considere mudanças na concordância e acredito que produzirá um excelente texto".

Já o Avaliador 3" propôs três alterações depois de ter realizado quatro julgamentos negativos. Cada uma das três alterações sugeridas pelo Avaliador 3" estão relacionadas diretamente com um dos três julgamentos negativos e as três alterações estão relacionadas indiretamente com um de seus quatro julgamentos negativos, conforme ilustram os trechos a seguir. Dos quatro julgamentos negativos do Avaliador 3", o primeiro ("Primeiramente gostaria de corrigir um vício de língua, que é a repetição dos termos "recurso" na linha três do primeiro parágrafo") está diretamente relacionado a alteração proposta ("Isto o torna muito repetitivo, e sua correção é bem-vinda"), o segundo julgamento negativo ("Outro detalhe, é a utilização do termo "litros sem fim", que torna o texto coloquial demais e de difícil entendimento") está diretamente relacionado com a alteração proposta ("Trocá-lo é uma boa medida"), o terceiro julgamento negativo ("Quanto o parágrafo de seu texto, você dividiu o primeiro e o segundo parágrafo sem necessidade, uma vez que o segundo ainda está apresentando o problema") está diretamente relacionado com a alteração proposta ("Coloque-os em um único, melhora"), sugerida pelo avaliador, enquanto o quarto julgamento negativo ("a menos pelos detalhes descritos acima") possui relação indireta com as três alteração propostas.

De acordo com o exposto, constata-se que dos nove avaliadores, apenas nos pareceres de três, Avaliador 1, 1' e 3'', dos textos A, B e C, ocorre relação direta entre os julgamentos negativos fornecidos e as alterações propostas. Os outros seis não tomam tal iniciativa ao avaliar os textos.

Outra perspectiva de análise dos textos diz respeito à coincidência de critérios para a avaliação dos mesmos (elencados na Tabela 2). Para o texto A, a categoria argumentação foi levada em consideração pelos três avaliadores e a categoria linguagem foi utilizada por dois avaliadores (Avaliador 1 e Avaliador 3). A Figura 13 apresenta a quantidade de critérios empregados por cada avaliador do texto A, em cada categoria de critério.

Figura 13 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto A em cada categoria de critérios.

Conforme ilustra a Figura 13, as categorias clareza e coerência e coesão também foram empregadas na avaliação do referido texto, porém, por apenas um dos avaliadores, respectivamente, Avaliador 3 e Avaliador 1. Assim, das quatro categorias de critérios usadas, três avaliadores convergem para a categoria argumentação e dois para a linguagem, o que demonstra considerável coincidência na avaliação do texto A no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, a metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foram empregadas por mais de um avaliador.

Para o texto B, nota-se que todas as categorias de critérios foram empregadas pelos avaliadores, das quais as categorias argumentação e coerência e coesão foram levadas em consideração pelos três avaliadores e as demais foram utilizadas, cada uma, por dois avaliadores, conforme ilustra a Figura 14.

Figura 14 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto B em cada categoria de critérios.

Nesse contexto, a coincidência na avaliação do texto B no que diz respeito às categorias de critério foi ainda mais alta do que a observada para o texto A, pois todas as categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foram empregadas por mais de um avaliador.

Para o texto C, os três avaliadores empregam a categoria de critérios argumentação, porém as categorias linguagem e coerência e coesão foram utilizadas por dois avaliadores (em ambos os casos, Avaliador 1'' e Avaliador 3'). A categoria conteúdo foi contemplada apenas pelo Avaliador 2'', conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto C em cada categoria de critérios.

Assim, das quatro categorias de critérios usadas, três avaliadores convergem para a categoria argumentação e dois para a linguagem e coerência e coesão, o que demonstra coincidência na avaliação do texto C, semelhante à observada para o texto A, no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, mais da metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foram empregadas por mais de um avaliador.

Com relação à última perspectiva de análise dos textos A, B e C, que se refere à coerência entre as avaliações de um mesmo texto, analisamos a convergência, ou não, de critérios empregados nos julgamentos dentro de cada categoria por cada avaliador. O Quadro 14 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto A.

Quadro 14 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto A.

TEXTO A	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1 JP	A3 A4	-	L1	CC1 CC2	-	-
Avaliador 1 JN	A1	-	-	-	-	-
Avaliador 2 JP	A1	-	-	-	-	-
Avaliador 2 JN	-	-	-	-	-	-
Avaliador 3 JP	A4	C1	-	-	-	-
Avaliador 3 JN	A1	C2	2L1 L2	-	-	-

No que concerne à categoria argumentação, em conformidade com o que se observa na Figura 13 e no Quadro 14, verificamos que o Avaliador 1 atribuiu três critérios a seus julgamentos, sendo os critérios A3 e A4 atribuídos a julgamentos positivos e o critério A1 a julgamento negativo; o Avaliador 2 atribuiu apenas o critério A1 a julgamento positivo; e o Avaliador 3 atribuiu dois critérios a seus julgamentos, sendo o critério A4 a julgamento positivo e o critério A1 a julgamento negativo. Assim, constatamos que os Avaliadores 1 e 3 empregaram em seus julgamentos positivos o critério A4, e os mesmos empregaram em seus julgamentos negativos o critério A1.

Nessa perspectiva, é evidente a coerência na avaliação do mesmo texto por parte de dois dos avaliadores. Em contraponto, para o seu julgamento positivo, o Avaliador 2 utiliza o critério A1, empregado como critério negativo pelos demais. No entanto, a análise do teor dos julgamentos expressos pelos avaliadores com relação a esse critério não evidencia falta de coerência entre eles. De fato, os julgamentos negativos dos Avaliadores 1 e 3 são de caráter pontual e tratam da mesma questão, enquanto o julgamento do Avaliador 2 é de caráter geral e não discorda das colocações dos outros avaliadores. Os julgamentos negativos, com relação ao critério A1, dos Avaliadores 1 e 3, respectivamente, foram: “Quanto à imparcialidade, apenas um problema foi identificado: a utilização do termo “nosso””, e “o uso da primeira pessoa do plural, o que foge dos preceitos de um texto argumentativo impessoal”. O julgamento positivo, com relação ao critério A1, do Avaliador 2 foi: “Parabenizo-o pelo texto, pois foi bem feito e bem estruturado, atendeu graciosamente aos parâmetros de uma boa argumentação”.

Ainda no que concerne ao texto A (categoria linguagem), observamos que os Avaliadores 1 e 3 empregaram o critério L1 de forma oposta, porém não contraditória. O Avaliador 1 atribui a esse critério julgamento positivo e o Avaliador 3, julgamento negativo, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento positivo do Avaliador 1, com relação ao critério L1 foi “Dessa forma é possível dizer que seu texto, frente a este critério (pontuação), está bom”. Os julgamentos negativos do Avaliador 3 foram “uso incorreto de crase” e “há erros de digitação e gramaticais de concordância no desenvolvimento do texto”. De acordo com o exposto, constata-se que não existe falta de coerência entre os julgamentos, pois o julgamento positivo se refere à pontuação, a qual não foi mencionada nos julgamentos negativos, que contemplaram o uso da crase, erros de digitação e erros de concordância.

Tendo em vista o exposto, não verificamos falta de coerência entre as avaliações oferecidas ao texto A.

O Quadro 15 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto B.

Quadro 15 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto B.

TEXTO B	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1' JP	-	-	-	-	-	-
Avaliador 1' JN	2A3 2A4	C1 2C2	-	2CC1 CC2	-	2CO1
Avaliador 2' JP	A2	-	-	-	-	CO3
Avaliador 2' JN	A1	-	L1	CC1 CC4	Ap1	-
Avaliador 3' JP	A1	C2	-	-	-	-
Avaliador 3' JN	A1	C1	L1	CC1	Ap1	-

No que se refere ao texto B (categoria argumentação), de acordo com o que se constata na Figura 14 e no Quadro 15, verificamos que o Avaliador 1' utilizou duas vezes o critério A3 e duas vezes o critério A4 em seus julgamentos negativos; o Avaliador 2' utilizou uma vez o critério A2 em seus julgamentos positivos e uma vez o critério A1 em seus julgamentos negativos; e o Avaliador 3' utilizou uma vez o critério A1 em um de seus julgamentos positivos e uma vez o critério A1 em um de seus julgamentos negativos. Assim, ao verificarmos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que os Avaliadores 2' e 3' empregaram em seus julgamentos negativos o critério A1, em perspectivas similares: “A redação é expositiva e não argumentativa”, e “Sua argumentação se apresentou confusa em partes do texto, o que tornou confuso apesar de compreensível”. O Avaliador 3' ainda complementou o seu julgamento de forma positiva, baseado no mesmo critério A1, da seguinte forma: “Os dois últimos parágrafos estão muito bons, com boa argumentação e clareza”. Nesse contexto, embora tenhamos verificado coerência na análise do texto B com relação aos julgamentos negativos, o julgamento positivo do Avaliador 3' se apresenta como divergente frente ao do Avaliador 2'.

Ainda no que diz respeito ao texto B (categoria clareza), os Avaliadores 1' e 3' empregaram em julgamentos negativos o critério C1, embora tenham feito uso do critério C2 de maneira oposta. Os julgamentos negativos, com relação ao critério C2, do Avaliador 1' foram “Além disso, não estava claro no seu texto qual é a problematização que seu artigo se propôs a resolver” e “Pude perceber que você

descreve a técnica, mas não argumenta sobre a sua inviabilidade de maneira clara e concisa: apenas conclui que ela é inviável”. O julgamento positivo do Avaliador 3’ com relação ao mesmo critério foi “Os dois últimos parágrafos estão muito bons, com boa argumentação e clareza”.

De acordo com o exposto, constata-se que não existe falta de coerência entre os julgamentos, pois o julgamento positivo se refere a parágrafos finais do texto, enquanto os julgamentos negativos são direcionados a aspectos que antecedem aqueles neles contidos.

Ainda no que diz respeito ao texto B (categorias linguagem e apresentação), os Avaliadores 2’ e 3’ empregaram em julgamentos negativos, respectivamente, os critérios L1 e Ap1, o que demonstra coerência na avaliação. O mesmo é observado com relação à categoria coerência e coesão, uma vez que os três avaliadores empregam em seus julgamentos negativos o critério CC1.

Tendo em vista o exposto, verificamos coerência para a grande maioria das avaliações oferecidas ao texto B.

O Quadro 16 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto C.

Quadro 16 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto C.

TEXTO C	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1” JP	A1	-	-	CC1	-	-
Avaliador 1” JN	-	-	L1	-	-	-
Avaliador 2” JP	-	-	-	-	-	CO1 CO5
Avaliador 2” JN	A3	-	-	-	-	CO5
Avaliador 3” JP	A1	-	-	-	-	-
Avaliador 3” JN	-	-	L1 L2	CC1 CC2 CC4	-	-

No que concerne ao texto C (categoria argumentação), de acordo com o que se constata na Figura 15 e no Quadro 16, verificamos que o Avaliador 1” utilizou uma vez o critério A1 em seu julgamento positivo; o Avaliador 2” utilizou uma vez o critério A3 em um de seus julgamentos negativos; e o Avaliador 3” utilizou uma vez o critério A1 em seu julgamento positivo. Assim, ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que os Avaliadores 1” e 3” empregaram em seus julgamentos positivos, de forma similar, o critério A1, conforme ilustram, respectivamente, os trechos a seguir: “O texto escrito por você apresenta, principalmente, uma boa argumentação e distribuição em

parágrafos.” e “No geral, seu texto apresenta uma boa construção”. Também é possível observar coincidência nos julgamentos dos Avaliadores 1” e 3”, com relação à categoria linguagem, uma vez ambos recorrem ao critério L1 para apontar elementos de cunho negativo no texto.

Ainda no que diz respeito ao texto C (categoria coerência e coesão), os Avaliadores 1” e 3” empregaram a categoria CC1 de maneira oposta, pois o primeiro recorreu ao critério para construção de julgamento positivo e o segundo para a construção de julgamento negativo. O julgamento positivo do Avaliador 1” foi “O texto escrito por você apresenta, principalmente, uma boa argumentação e distribuição em parágrafos”. O julgamento negativo do Avaliador 3” foi “Quanto o parágrafo de seu texto, você dividiu o primeiro e o segundo parágrafo sem necessidade, uma vez que o segundo ainda está apresentando o problema”. Nessa perspectiva, existe desacordo entre os avaliadores com relação à adequação da distribuição dos parágrafos no texto.

Tendo em vista o exposto, verificamos coerência para a grande maioria das avaliações oferecidas ao texto C.

A análise dos *feedbacks* dos textos A, B e C, produzidos por membros do G1, com base no mesmo artigo original de pesquisa, mostrou que para cada texto, dos três avaliadores, dois redigiram avaliações de natureza construtiva. Ou seja, das nove avaliações, seis eram detentoras dessa característica. Com relação à existência de associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para os textos avaliados, esta foi observada em mais da metade das avaliações, cinco no total. A coincidência de critérios para a avaliação de um mesmo texto foi também considerável, pois pelo menos a metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foi empregada por mais de um avaliador. Similarmente, verificamos expressiva coerência entre as considerações feitas pelos avaliadores frente a um mesmo texto.

Análise do G6

O G6, constituído por três alunos, trabalhou com o artigo original de pesquisa intitulado “Caracterização físico-química de resíduos oleosos do saneamento e dos óleos e graxas extraídos visando conversão em biocombustíveis” (OLIVEIRA, et al., 2014). Assim como no G1, cada aluno produziu um texto argumentativo, o qual foi

copiado e entregue a três avaliadores anônimos e distintos, portanto cada um deles recebeu três *feedbacks*, referente à sua produção textual. Assim, o grupo como um todo recebeu nove *feedbacks*.

O Quadro 17 apresenta a quantidade de julgamentos positivos e negativos, bem como a quantidade de alterações sugeridas por cada avaliador aos textos D, E e F.

Quadro 17 - Componentes dos *feedbacks* fornecidos pelos avaliadores aos textos D, E e F de autoria os alunos do G6.

	Texto D				Texto E				Texto F		
	AP	JP	JN		AP	JP	JN		AP	JP	JN
Avaliador 1	0	5	0	Avaliador 1'	0	2	1	Avaliador 1''	1	5	0
Avaliador 2	0	4	0	Avaliador 2'	1	2	3	Avaliador 2''	0	2	1
Avaliador 3	1	3	1	Avaliador 3'	0	2	2	Avaliador 3''	2	3	1
Total	1	12	1	Total	1	6	6	Total	3	10	2

AP = Alteração Proposta, JP = Julgamento Positivo e JN = Julgamento Negativo.

Dentre os nove *feedbacks* examinados, cinco deles, emitidos pelo Avaliador 1, Avaliador 2, Avaliador 1', Avaliador 3' e Avaliador 1'', não apresentam julgamentos conjuntamente com propostas de alteração para aprimoramento dos textos. Ou seja, mais da metade dos *feedbacks* não são de natureza construtiva, segundo os referenciais adotados.

No que concerne à associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto, os nove avaliadores sugeriram cinco propostas de alteração frente a nove julgamentos negativos. Assim como observado no grupo G1, o número de julgamentos negativos se aproxima do dobro de alterações propostas. Como agravante, cinco avaliadores, os mesmos acima mencionados, realizaram julgamentos negativos e não fizeram qualquer sugestão de alteração. O Avaliador 1'', em contraponto, sugeriu uma alteração ao texto que não está acompanhada de julgamento negativo.

A análise da relação entre julgamentos negativos e as alterações propostas evidenciou que, especificamente para o texto D, apenas um dos três avaliadores relaciona o julgamento negativo com a alteração proposta: o Avaliador 3 sugeriu alteração ("ao dizer sobre a saponificação, as bases poderiam ter sido nomeadas,

para alguém que não conhece a nomenclatura de compostos químicos também entenderem”) que está diretamente relacionada com o julgamento negativo (“Tomando postura crítica diante de seu texto, foi-se possível detectar um problema: ao dizer sobre a saponificação”).

Para o texto E, os três avaliadores apresentaram julgamentos negativos, porém apenas o Avaliador 2’ sugeriu alteração para melhorar o texto. A alteração sugerida pelo Avaliador 2’ é de caráter geral (“Você pode, para uma próxima vez, fazer uma pesquisa mais profunda sobre o seu assunto mostrando maior domínio na hora de argumentar. Assim você vai conseguir defender seu ponto de vista melhor”) e está relacionada com o julgamento negativo de mesmo teor (“No geral, seu texto ficou “magrinho”, não conseguiu me convencer de que sua opinião é a melhor apesar dela ser ótima”). Este avaliador fez ainda dois julgamentos negativos: “na primeira linha não ficou muito claro qual era o “tal problema”, se era a limitação dos combustíveis fósseis ou se era seu uso indiscriminado com todos os malefícios envolvidos”; “Apesar de você não ter dado uma boa introdução ao problema”.

Para o texto F, dois avaliadores apresentaram julgamentos negativos, porém apenas um deles, o Avaliador 3”, sugeriu proposta de alteração para melhoria do texto (“Na reconstrução do texto poderiam ser adicionados essas informações para que o leitor possa avaliar e decidir se chega ou não a mesma conclusão do autor”). Esta se encontra diretamente associada a julgamento negativo (“Porém não há discussão das alternativas que não o biodiesel, sendo este tomado como melhor sem a apresentação das demais de forma convincente”).

De acordo com o exposto, constata-se que dos nove avaliadores, apenas nos pareceres de três, Avaliadores 3, 2’ e 3”, ocorre relação entre os julgamentos negativos fornecidos e as alterações propostas. Os outros seis não tomam tal iniciativa ao avaliar os textos.

Outra perspectiva de análise dos textos diz respeito à coincidência de critérios para a avaliação dos mesmos (elencados na Tabela 2). Para o texto D, a categoria coerência e coesão foi levada em consideração pelos três avaliadores e as categorias clareza e conteúdo foram utilizadas por dois avaliadores (respectivamente, Avaliador 1 e Avaliador 3, e Avaliador 1 e Avaliador 2). A Figura 16 apresenta a quantidade de critérios empregados por cada avaliador do texto D, em cada categoria de critério.

Figura 16 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto D em cada categoria de critérios.

Conforme ilustra a Figura 16, a categoria argumentação também foi empregada na avaliação do referido texto, porém, por apenas um dos avaliadores, Avaliador 1. Assim, das quatro categorias de critérios usadas, três avaliadores convergem para a categoria coerência e coesão e dois para as categorias clareza e conteúdo, o que demonstra considerável coincidência na avaliação do texto D no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, mais da metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foram empregadas por mais de um avaliador.

Para o texto E, nota-se que as categorias de critérios empregados pelos avaliadores foram argumentação, clareza, linguagem e conteúdo. A categoria conteúdo foi levada em consideração pelos três avaliadores e as categorias argumentação e clareza por dois avaliadores (Avaliador 2' e Avaliador 3'). A Figura 17 apresenta a quantidade de critérios empregados por cada avaliador do texto E, em cada categoria de critérios.

Figura 17 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto E em cada categoria de critérios.

Como podemos observar na Figura 17, a categoria linguagem também foi empregada na avaliação do referido texto, porém, por apenas um dos avaliadores, Avaliador 3'. Assim, das quatro categorias de critérios usadas, três avaliadores convergem para a categoria conteúdo e dois para as categorias argumentação e linguagem, o que demonstra considerável coincidência na avaliação do texto E no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, mais da metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foram empregadas por mais de um avaliador.

Para o texto F, três avaliadores empregam a categoria de critérios argumentação e coerência e coesão e dois (Avaliador 1'' e Avaliador 3') a categoria conteúdo. As categorias clareza e apresentação foram contempladas apenas pelo Avaliador 2''. Da mesma forma, a categoria linguagem foi contemplada apenas pelo Avaliador 1'', conforme ilustra a Figura 18.

Figura 18 - Quantidade de critérios utilizado pelos avaliadores do texto F em cada categoria de critérios.

Assim, das seis categorias de critérios usadas, três avaliadores convergem para a categoria argumentação e coerência e coesão e dois para a categoria conteúdo, o que demonstra coincidência na avaliação do texto F, menor do que a observada para a maioria dos demais textos analisados. Com efeito, apenas a metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foi empregada por mais de um avaliador.

Com relação à última perspectiva de análise dos textos D, E e F, que se refere à coerência entre as avaliações de um mesmo texto, analisamos a convergência, ou não, de critérios empregados nos julgamentos dentro de cada categoria por cada avaliador. O Quadro 18 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto D.

Quadro 18 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto D.

TEXTO D	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1 JP	2A1 2A3 A4	C1	-	CC1	-	3CO1 CO5
Avaliador 1 JN	-	-	-	-	-	-
Avaliador 2 JP	-	-	-	CC1	-	CO1 CO2 CO3
Avaliador 2 JN	-	-	-	-	-	-
Avaliador 3 JP	-	3C1 C3	-	CC1	-	-
Avaliador 3 JN	-	-	-	-	-	-

No que concerne ao texto D (categoria argumentação), de acordo com o que se constata na Figura 16 e no Quadro 18, verificamos que apenas o Avaliador 1 fez julgamentos positivos com base nos critérios A1, A3 e A4. Ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que os Avaliadores 1 e 3 empregaram em seus julgamentos positivos, de forma similar, o critério C1 (categoria coerência e coesão), enquanto os Avaliadores 1 e 2 fizeram o mesmo com relação ao critério CO1 (conteúdo). Ademais, julgamentos positivos, com base no critério CC1 (categoria coerência e coesão), foram elaborados por todos os avaliadores.

Tendo em vista o exposto, não verificamos falta de coerência entre as avaliações oferecidas ao texto D.

A título de exemplo, citamos o julgamento positivo, com relação ao critério C1, do Avaliador 1, que, é altamente coincidente frente aos julgamentos positivos do Avaliador 3. O julgamento do Avaliador 1 foi “Seu texto foi muito bem estruturado, apresentando argumentos convincentes, vantagens e desvantagens quanto ao assunto tratado, e sendo de fácil compreensão”. Os julgamentos positivos do Avaliador 3 foram “Tirando este pequeno problema, a elaboração de seu texto foi muito bem feita e houve clareza no que foi escrito”, “A linguagem utilizada foi simples e fácil de entender.” e “Também foi possível entender o assunto facilmente, e com exemplos simples”.

O Quadro 19 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto E.

Quadro 19 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto E.

TEXTO E	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1' JP	-	-	-	-	-	CO1 CO5
Avaliador 1' JN	-	-	-	-	-	CO1 CO2 CO5
Avaliador 2' JP	-	-	-	-	-	CO2
Avaliador 2' JN	A4	C1	-	-	-	2CO5
Avaliador 3' JP	A2 A4	C2	L2	-	-	CO2
Avaliador 3' JN	A1	-	-	-	-	CO3

No que concerne ao texto E (categoria argumentação), de acordo com o que se constata Figura 17 e no Quadro 19, ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que os Avaliadores 2' e 3' empregaram em seus julgamentos, de forma oposta, o critério A4. O julgamento

negativo, com relação ao critério A4, do Avaliador 2' foi: "No geral, seu texto ficou "magrinho", não conseguiu me convencer de que sua opinião é a melhor, apesar dela ser ótima". O julgamento positivo, com relação ao critério A4, do Avaliador 3' foi: "O texto é claro e convincente apresentando uma quantidade adequada de conhecimento técnico e científico".

Verificamos, portanto, que as análises do texto E, quanto ao critério A4, não são completamente divergentes, uma vez que o Avaliador 2', apesar de não elogiar o texto, como faz o Avaliador 3', afirma, ao final da sua argumentação, que a opinião do autor é ótima, embora não o suficiente para convencê-lo.

Ainda no que diz respeito ao texto E (categoria conteúdo), verificamos que o Avaliador 1' utilizou uma vez os critérios CO1 e CO5 em seus julgamentos positivos e uma vez os critérios CO1, CO2 e CO5 em seus julgamentos negativos; o Avaliador 2' utilizou uma vez o critério CO2 em seus julgamentos positivos e duas vezes o critério CO5 em seus julgamentos negativos; e o Avaliador 3' utilizou uma vez o critério CO2 em seus julgamentos positivos e uma vez o critério CO3 em seus julgamentos negativos. Ao verificarmos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que o Avaliador 1' empregou em seus julgamentos negativos o critério CO2, enquanto os Avaliadores 2' e 3', empregaram o mesmo critério em seus julgamentos positivos, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento negativo, com relação ao critério CO2, do Avaliador 1' foi: "No entanto, antes de concluir o porquê do seu biocombustível ser o mais vantajoso, senti falta de uma discussão mais apropriada sobre ele; incluindo seus problemas". Os julgamentos positivos dos Avaliadores 2' e 3', respectivamente, foram: "eu gostei de você ter se baseado em dados estatísticos para anunciar a solução." e "O texto é claro e convincente apresentando uma quantidade adequada de conhecimento técnico e científico". O que demonstra completo alinhamento entre as opiniões elogiosas dos Avaliadores 2' e 3' e parcial desacordo com relação à opinião do Avaliador 1', que evidencia aspectos importantes não abordados no texto.

Já em relação ao critério CO5, verifica-se coerência entre os julgamentos positivos e negativos dos Avaliadores 1' e 2'. A título de exemplo, são apresentados a seguir os trechos referentes aos julgamentos negativos. O julgamento negativo, com relação ao critério CO5, do Avaliador 1' foi: "No entanto, antes de concluir o porquê do seu biocombustível ser o mais vantajoso, senti falta de uma discussão mais apropriada sobre ele; incluindo seus problemas", e os julgamentos negativos

do Avaliador 2' foram: "Na primeira linha não ficou muito claro qual era o "tal problema", se era a limitação dos combustíveis fósseis ou se era seu uso indiscriminado com todos os malefícios envolvidos." e "Apesar de você não ter dado uma boa introdução ao problema". Cabe destacar que a mesma unidade de análise podia ser classificada em dois critérios diferentes, como ocorreu com uma das sentenças acima, classificada tanto na categoria CO2 quanto na categoria CO5.

Tendo em vista o exposto, não verificamos falta de coerência para as avaliações oferecidas ao texto E.

O Quadro 20 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto F.

Quadro 20 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto F.

TEXTO F	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1" JP	2A1	-	L1	CC2	-	CO2
Avaliador 1" JN	-	-	-	-	-	-
Avaliador 2" JP	2A1	C3	-	-	Ap1	-
Avaliador 2" JN	-	C2	-	CC2	-	-
Avaliador 3" JP	A1 A2	-	-	CC1	-	CO2 CO5
Avaliador 3" JN	A4	-	-	-	-	CO1

No que concerne ao texto F (categoria argumentação), de acordo com o que se constata Figura 18 e no Quadro 20, ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que todos os avaliadores empregaram em seus julgamentos positivos, de forma similar, o critério A1 e os avaliadores Avaliador 1" e Avaliador 3" fizeram o mesmo com relação ao critério CO2. O julgamento positivo, com relação ao critério CO2, pelo Avaliador 1" foi "Um ponto muito forte e interessante que deve ser dito sobre seu texto é que os argumentos se baseiam em estudos, pesquisas, o que os torna ainda mais confiáveis". O julgamento positivo, com relação ao critério CO2, pelo Avaliador 3" foi "O texto segue um padrão argumentativo a partir do segundo parágrafo, com o primeiro sendo uma introdução ao assunto são apresentados os dados obtidos da pesquisa e suas justificativas".

Ainda no que diz respeito ao texto F (categoria coerência e coesão), os Avaliadores 1" e 2" empregam o critério CC2 de maneira oposta, pois o Avaliador 1" associa este critério a um julgamento positivo e o Avaliador 2" a um julgamento negativo. O julgamento positivo, com relação ao critério CC2, pelo Avaliador 1' foi:

“Sua produção textual também se apresenta coesa e totalmente imparcial, o que, mais uma vez agrega valor ao seu texto”, e o julgamento negativo, pelo Avaliador 2” foi: “Só que o segundo, terceiro e o quarto parágrafo não apresentam coesão entre eles e estão confusos para indicar quais são as alternativas dos pesquisadores”.

Verificamos, portanto, que as análises do texto F, quanto ao critério CC2, não são completamente divergentes, uma vez que o Avaliador 2”, faz ressalvas apenas a alguns parágrafos do texto que havia sido alvo de elogios, na sua totalidade, por parte do Avaliador 1”.

Tendo em vista o exposto, verificamos coerência para as avaliações oferecidas ao texto F.

A análise dos *feedbacks* dos textos D, E e F, produzidos por membros do G6, com base no mesmo artigo original de pesquisa, mostrou que para cada texto, nos textos D e E apenas um dos avaliadores e no texto F dois avaliadores, dos três avaliadores, apresentaram a natureza construtiva em suas avaliações. Ou seja, das nove avaliações, quatro foram detentoras dessa característica. Com relação à existência de associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para os textos avaliados, dos nove avaliadores, apenas dois fizeram associações entre os julgamentos negativos e as alterações propostas.

Em contraponto, a coincidência de critérios para a avaliação de um mesmo texto foi considerável, pois pelo menos a metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foi empregada por mais de um avaliador. Similarmente, verificamos expressiva coerência entre as considerações feitas pelos avaliadores frente a um mesmo texto.

Análise do G2

O grupo G2, constituído por quatro alunos, dos quais apenas dois receberam uma quantidade de *feedback* igual a três, os quais são analisados nesta tese, trabalhou com o artigo original de pesquisa intitulado “Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade” (FROEHNER; LEITHOLD, 2007). Assim como em G1 e G6, os dois alunos produziram textos argumentativos, denominados de G e H, os quais foram copiados e entregues a três avaliadores anônimos e distintos, de modo que cada um deles

recebeu três *feedbacks*, referentes à sua produção textual. Assim, o grupo como um todo recebeu seis *feedbacks*.

O Quadro 21 apresenta a quantidade de julgamentos positivos e negativos, bem como a quantidade de alterações sugeridas por cada avaliador aos textos G e H.

Quadro 21 - Componentes dos *feedbacks* fornecidos pelos avaliadores aos textos G e H de autoria os alunos do G2.

	Texto G				Texto H		
	AP	JP	JN		AP	JP	JN
Avaliador 1	4	9	2	Avaliador 1'	1	2	0
Avaliador 2	2	3	1	Avaliador 2'	2	1	3
Avaliador 3	1	1	1	Avaliador 3'	0	2	4
Total	7	10	4	Total	3	5	7

AP = Alteração Proposta, JP = Julgamento Positivo e JN = Julgamento Negativo.

Dentre os seis *feedbacks* examinados, apenas um, emitido pelo Avaliador 3' não apresenta julgamentos conjuntamente com propostas de alteração para aprimoramento do texto. O que sugere que parte significativa dos graduandos emitiu *feedbacks* de natureza construtiva, segundo os referenciais adotados.

No que concerne à associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto, os seis avaliadores sugeriram um total de dez propostas de alteração frente a onze julgamentos negativos. Ou seja, o número de julgamentos negativos se aproxima do número de alterações propostas, indicando o bom desempenho nesse aspecto dos alunos do G2, frente aos dos demais grupos até aqui mencionados. De fato, apenas o Avaliador 3' realizou julgamentos negativos e não fez qualquer sugestão de alteração. O Avaliador 1', em contraponto, sugeriu uma alteração ao texto que não está acompanhada de julgamento negativo.

A análise da relação entre julgamentos negativos e as alterações propostas evidenciou que, especificamente para o texto G, os três avaliadores relacionam os julgamentos negativos com as alterações propostas. Dentre as quatro alterações sugeridas pelo Avaliador 1, apenas duas delas ("a tese poderia ter ficado explícita na conclusão" e "A relação da tese inicial com os argumentos poderia ter ficado explícita na conclusão") possuem relação direta com o julgamento negativo ("A

conclusão não retomou a tese inicial, mas foi coerente com os argumentos”). As outras duas alterações propostas (“além de que uma comparação indireta entre as técnicas, indicando a mais favorável de acordo com os argumentos” e “também caberia bem à conclusão, mostrando um “confronto””) não possuem nenhuma relação direta com os julgamentos negativos fornecidos (“Há uma metáfora exagerada e inadequada indicada no último parágrafo”).

De forma similar, dentre as duas alterações sugeridas pelo Avaliador 2, apenas uma possui relação direta com julgamento negativo fornecido. O julgamento negativo (“Porém eu acho que o texto poderia ser um pouco melhor construído em torno do quarto parágrafo”) possui relação direta com a alteração proposta (“Frases poderiam ser incorporadas ao parágrafo, pois tratam do mesmo tema (mostradas em colchetes no texto)”). Já a outra alteração proposta (“Além disso, há algumas frases muito longas, que poderiam ser organizadas em mais de uma só”) não possui nenhuma relação direta com o julgamento negativo fornecido.

Em contraponto, a alteração sugerida pelo Avaliador 3 não possui relação direta com o julgamento negativo fornecido. O julgamento negativo do Avaliador 3 foi “Há alguns problemas de concordância verbal e nominal, além de repetições de palavras que tornam a argumentação ineficiente”, enquanto a alteração proposta foi: “Reveja também a pontuação adotada, e elimine a exemplificação em excesso”.

Para o texto H, apenas um dos três avaliadores, o Avaliador 2', relaciona julgamentos negativos a alterações propostas e apenas um deles (“A frase destacada em rosa é muito longa”) possui relação direta com a alteração proposta (“Os exemplos de métodos citados poderiam ter sido separados em parágrafos e explorados um pouco mais”). Este avaliador fez ainda mais dois julgamentos negativos (“Fica difícil de relacionar o começo dela com o final, pois abriu-se um parêntese muito grande para explicar de onde vem o biodiesel” e “A frase destacada em vermelho, por ser muito longa, perdeu ideias pelo caminho”) que não possuem nenhuma relação com a outra alteração propostas (“As siglas apresentadas devem ser explicadas, pois seu texto deve ser entendido por qualquer leitor”).

De acordo com o exposto, constata-se que dos seis avaliadores, apenas nos pareceres de três, Avaliadores 1, 2 e 2', ocorre relação entre os julgamentos negativos fornecidos e as alterações propostas. Os outros três não tomam tal iniciativa ao avaliar os textos.

Outra perspectiva de análise dos textos, que diz respeito à coincidência de critérios para a avaliação dos mesmos (elencados na Tabela 2), indica que as categorias argumentação e coerência e coesão foram levadas em consideração pelos três avaliadores e a categoria conteúdo foi utilizada por dois avaliadores (Avaliador 1 e Avaliador 2). A Figura 19 apresenta a quantidade de critérios empregados por cada avaliador do texto G, em cada categoria de critérios.

Figura 19 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto G em cada categoria de critérios.

Como podemos observar na Figura 19, as categorias clareza, linguagem e apresentação também foram empregadas na avaliação do referido texto, porém, por apenas um dos avaliadores, respectivamente, Avaliador 1, Avaliador 3 e Avaliador 1. Assim, das seis categorias de critérios usadas, três avaliadores, convergem para as categorias argumentação, coerência e coesão e dois para a categoria conteúdo, o que demonstra considerável coincidência na avaliação do texto G no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, a metade das categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos foi empregada por mais de um avaliador.

Para o texto H, nota-se que as categorias argumentação e clareza foram levadas em consideração pelos três avaliadores e a categoria conteúdo por dois avaliadores (Avaliador 1' e Avaliador 3'), assim como a categoria coerência e coesão

(Avaliador 2' e Avaliador 3'). A Figura 20 apresenta a quantidade de critérios empregados por cada avaliador do texto H, em cada categoria de critério.

Figura 20 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto H em cada categoria de critérios.

Como podemos observar na Figura 20, a categoria linguagem foi utilizada também, porém somente pelo Avaliador 3'. Assim, das cinco categorias de critérios usadas, três avaliadores convergem para as categorias argumentação e clareza e dois para as categorias coerência e coesão e conteúdo, o que demonstra considerável coincidência na avaliação do texto H no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, apenas uma, dentre as categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos, não foi empregada por mais de um avaliador.

Com relação à última perspectiva de análise dos textos G e H, que se refere à coerência entre as avaliações de um mesmo texto, analisamos a convergência, ou não, de critérios empregados nos julgamentos dentro de cada categoria por cada avaliador. O Quadro 22 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto G.

Quadro 22 - Critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos pelos avaliadores ao texto G.

TEXTO G	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1 JP	2A1 A2	C1 2C2 C3	-	CC1 CC2	Ap1	CO1 CO2 CO5 CO4
Avaliador 1 JN	-	-	-	2CC1 CC2	-	-
Avaliador 2 JP	A1 A2 A4	-	-	-	-	CO1
Avaliador 2 JN	-	-	-	CC1 CC2	-	-
Avaliador 3 JP	A1	-	-	CC1 CC2	-	-
Avaliador 3 JN	A1	-	L1	CC4	-	-

No que concerne ao texto G (categoria argumentação), de acordo com o que se constata Figura 19 e no Quadro 22, ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos na categoria argumentação que os Avaliadores 1, 2 e 3 empregaram em seus julgamentos positivos o critério A1. O Avaliador 3, por outro lado, fez uso do mesmo critério para emitir julgamento negativo (“Há alguns problemas de concordância verbal e nominal, além de repetições de palavras que tornam a argumentação ineficiente”). Este, no entanto, tem caráter de ressalva, sendo coerente com o seu próprio julgamento positivo (“Seu texto está bem escrito de maneira geral, com algumas ressalvas”) e não contradizendo os julgamentos positivos dos demais avaliadores.

Considerando ainda a categoria argumentação, os Avaliadores 1 e 2 utilizam o critério A2 de forma similar em seus julgamentos positivos. O julgamento positivo, com relação ao critério A2, do Avaliador 1 foi “O texto é argumentativo (conforme o modelo de Toulmin)”. O julgamento positivo do Avaliador 2 foi “Há no meu entender três dados e suas respectivas sequências de Toulmin: - A purificação do biodiesel é uma lavagem aquosa; - Vem sendo estudado o tratamento biológico; - Vem sendo pesquisado o tratamento eletroquímico”.

Ainda no que concerne ao texto G (categoria coerência e coesão), os Avaliadores 1 e 3 convergem na análise do texto em relação aos critérios CC1 e CC2, na emissão de julgamentos positivos. Adicionalmente, com relação aos mesmos critérios, verificamos que os Avaliadores 1 e 2 convergem na análise do texto, porém na emissão de julgamentos negativos.

Com relação à categoria conteúdo, os Avaliadores 1 e 2 convergem na análise do texto em relação ao critério CO1, pois ambos emitem julgamentos positivos. De fato, o julgamento positivo com relação ao critério CO1 do Avaliador 1 (“Mostrou o contraste entre as técnicas referidas com conhecimentos básicos e argumentações de seus benefícios/ malefícios, confrontando desta forma

indiretamente a tese inicial com os argumentos”) está alinhado com o julgamento positivo do Avaliador 2 (“Discutidas as possibilidades, o autor acredita que a melhor possibilidade é a eletroquímica e responde a pergunta proposta para a criação do texto”). Tendo em vista o exposto, verificamos coerência para as avaliações oferecidas ao texto G.

O Quadro 23 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto H.

Quadro 23 - Critérios utilizados nos componentes dos *feedbacks*, julgamento positivo e negativo, fornecidos pelos avaliadores ao texto H.

TEXTO H	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1' JP	A1	C1	-	-	-	CO1 CO4
Avaliador 1' JN	-	-	-	-	-	-
Avaliador 2' JP	A1 A4	-	-	-	-	-
Avaliador 2' JN	-	C2	-	3CC2	-	-
Avaliador 3' JP	A4	C1	-	-	-	CO4
Avaliador 3' JN	-	2C1 C2	L1 L2	2CC1 3CC2	-	CO4

No que se refere ao texto H (categoria argumentação), de acordo com o que se observa na Figura 20 e no Quadro 23, ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos que o Avaliador 1' e o Avaliador 2' empregaram em seus julgamentos positivos o critério A1. Ademais, o Avaliador 2' e Avaliador 3' empregaram em seus julgamentos positivos o critério A4. O julgamento positivo, com relação ao critério A1, do Avaliador 1' foi: “Seu texto apresenta bons argumentos e em um todo está fácil de ser compreendido”. O julgamento positivo, com relação ao critério A1, do Avaliador 2' foi “A argumentação apresentada foi convincente”.

Ainda no que diz respeito ao texto H (categoria clareza), o Avaliador 1' utilizou uma vez o critério C1 em um de seus julgamentos positivos, assim como o Avaliador 3'. O julgamento positivo, com relação ao critério C1, do Avaliador 1' foi: “Seu texto apresenta bons argumentos e em um todo está fácil de ser compreendido” e o julgamento positivo do Avaliador 3' foi: “A conclusão é clara, mostra muito bem a eficácia do método”. Os julgamentos negativos, classificados com o critério C1, do Avaliador 3' foram: “O texto apresentado contém erros gramaticais que tornam o parágrafo nebuloso, por ser muito grande e com poucas pausas, (...)” e “(...), o texto torna-se cansativo e de difícil compreensão, os argumentos se perdem ao longo dos

parágrafos”. O que indica parcial desacordo de opinião do Avaliador 3’ frente ao Avaliador 1’.

Ainda na categoria clareza, verifica-se coerência entre os julgamentos negativos dos Avaliadores 2’ e 3’, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento negativo, com relação ao critério C2, do Avaliador 2’ foi: “A frase destacada em vermelho, por ser muito longa, perdeu ideias pelo caminho”; e o julgamento negativo do Avaliador 3’ foi: “(...), o texto torna-se cansativo e de difícil compreensão, os argumentos se perdem ao longo dos parágrafos”.

No texto H (categoria coerência e coesão), constatamos também que o Avaliador 2’ e o Avaliador 3’ empregaram em seus julgamentos negativos o critério CC2, conforme ilustram os trechos a seguir. Os julgamentos negativos do Avaliador 2’ foram: “A frase destacada em vermelho, por ser muito longa, perdeu ideias pelo caminho”, “Fica difícil de relacionar o começo dela com o final, pois se abriu um parêntese muito grande para explicar de onde vem o biodiesel” e “A frase destacada em rosa é muito longa”. Os julgamentos negativos do Avaliador 3’ foram: “O texto apresentado contém erros gramaticais que tornam o parágrafo nebuloso, por ser muito grande e com poucas pausas, (...)”, “(...), o texto torna-se cansativo e de difícil compreensão, os argumentos se perdem ao longo dos parágrafos.” e “(...), no desenvolvimento existe a descrição desnecessária de métodos que não agregam nos argumentos.”. Portanto verifica-se que há coerência entre os critérios empregados, na categoria coerência e coesão, na análise do texto H.

Ainda com relação ao texto H (categoria conteúdo), o Avaliador 1’ empregou em um de seus julgamentos positivos o critério CO4, assim como o Avaliador 3’. Este último, no entanto, também empregou o mesmo critério em um de seus julgamentos negativos, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento positivo, com relação ao critério CO4, do Avaliador 1’ foi: “Uma boa conclusão foi apresentada, pois mostra as vantagens de se utilizar tal processo”. O julgamento positivo e o negativo, classificados com o critério CO4, do Avaliador 3’, respectivamente, foram: “A conclusão é clara, mostra muito bem a eficácia do método” e “(...), no desenvolvimento existe a descrição desnecessária de métodos que não agregam nos argumentos”. O que sugere coerência nas colocações dos Avaliadores 1’ e 3’, no emprego do critério CO4, uma vez que o julgamento negativo atribuído a este critério não contradiz aqueles que foram emitidos em uma perspectiva positiva.

Tendo em vista o exposto, verificamos coerência para as avaliações oferecidas ao texto H.

Análise do G5

O grupo G5, constituído por quatro alunos, dos quais apenas um recebeu uma quantidade de *feedback* igual a três, trabalhou com o artigo original de pesquisa intitulado “Utilização de argilas para purificação de biodiesel” (DE PAULA, et al., 2011).

Assim como em G1, G6 e G2, o aluno produziu texto argumentativo, denominado de I, o qual foi copiado e entregue a três avaliadores anônimos e distintos, de modo que recebeu três *feedbacks* referentes à sua produção textual.

O Quadro 24 apresenta a quantidade de julgamentos positivos e negativos, bem como a quantidade de alterações sugeridas por cada avaliador ao texto I.

Quadro 24 - Componentes dos *feedbacks* fornecidos pelos avaliadores ao texto I de autoria de aluno do G5.

	Texto I		
	AP	JP	JN
Avaliador 1	2	1	2
Avaliador 2	3	4	1
Avaliador 3	1	4	1
Total	6	9	4

AP = Alteração Proposta, JP = Julgamento Positivo e JN = Julgamento Negativo.

Dentre os três *feedbacks* examinados, todos apresentam julgamentos conjuntamente com propostas de alteração para aprimoramento do texto. O que indica que todos os graduandos emitiram *feedbacks* de natureza construtiva, segundo os referenciais adotados.

No que concerne à associação de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto, os três avaliadores sugeriram um total de seis propostas de alteração frente a quatro julgamentos negativos. O resultado difere do observado nos demais grupos, nos quais o número de julgamentos negativos se mostrou superior ao número de alterações propostas, indicando o bom desempenho nesse

aspecto dos alunos do G5, frente aos dos demais grupos até aqui mencionados. Os três avaliadores realizaram julgamentos negativos e sugeriram pelo menos uma proposta de alteração.

As duas alterações sugeridas pelo Avaliador 1 possuem relação direta com os julgamentos negativos fornecidos. O primeiro julgamento negativo (“O texto é geral e abrangente”) possui relação direta com a alteração proposta (“necessitando um maior detalhamento”) e o segundo (“Uma melhor linearidade dos argumentos deve ser adotada (começo, meio e fim)”) possui relação direta com a alteração proposta que se encontra entre parênteses logo após o julgamento.

Das três alterações sugeridas pelo Avaliador 2, apenas uma (“Acho que, no ponto destacado entre chaves, poderia se formar um parágrafo, afinal tratam da qualidade do método de adsorção”) não possui relação direta com o julgamento negativo fornecido (“Porém a destilação é somente citada”). Este possui relação direta com as duas alterações propostas (“Seria interessante a incorporação de mais justificativas e possíveis refutações para este tema” e “mas poderia apresentar melhores dados sobre a destilação”).

O Avaliador 3 sugeriu apenas uma alteração (“Neste aspecto, entendo que poderia discutir (e rediscutir) sobre seu método vantajoso, comparando-o com os demais em aspectos gerais, e sobre seu aperfeiçoamento (porquê é necessário? A técnica pode ser desvantajosa em algum momento?)”) que possui relação direta com o julgamento negativo fornecido (“No entanto, achei a conclusão um pouco breve”).

De acordo com o exposto, constatamos a associação praticamente direta de julgamentos negativos a propostas de alteração para todos os avaliadores.

Outra perspectiva de análise do texto I, que diz respeito à coincidência de critérios para a avaliação dos mesmos (elencados na Tabela 2) indica que as categorias argumentação e conteúdo foram levadas em consideração pelos três avaliadores e a categoria coerência e coesão foi utilizada por dois avaliadores (Avaliador 1 e Avaliador 3). A Figura 21 apresenta a quantidade de critérios empregados por cada avaliador do texto I, em cada categoria de critérios.

Figura 21 - Quantidade de critérios utilizados pelos avaliadores do texto I em cada categoria de critérios.

Como podemos observar na Figura 21, a categoria linguagem também foi empregada na avaliação do referido texto, porém, por apenas um dos avaliadores, Avaliador 1. Assim, das quatro categorias de critérios usadas, três avaliadores, convergem para as categorias argumentação, coerência e coesão e conteúdo e dois para a categoria coerência e coesão, o que demonstra considerável coincidência na avaliação do texto I no que diz respeito às categorias de critério. Com efeito, apenas uma, dentre as categorias que se mostraram necessárias para a avaliação dos textos, não foi empregada por mais de um avaliador.

Com relação à última perspectiva de análise do texto I, que se refere à coerência entre as avaliações de um mesmo texto analisamos a convergência, ou não, de critérios empregados nos julgamentos dentro de cada categoria por cada avaliador.

O Quadro 25 apresenta os critérios utilizados nos julgamentos positivos e negativos por cada avaliador ao texto I.

Quadro 25 - Critérios utilizados nos componentes dos *feedbacks*, julgamento positivo e negativo, fornecidos pelos avaliadores ao texto I.

TEXTO I	Argumentação	Clareza	Linguagem	Coerência e coesão	Apresentação	Conteúdo
Avaliador 1" JP	A1	-	L2	CC1 CC2	-	-
Avaliador 1" JN	-	-	-	CC2	-	CO5
Avaliador 2" JP	4A1	-	-	-	-	CO1
Avaliador 2" JN	-	-	-	-	-	CO4
Avaliador 3" JP	3A1 A3	-	-	CC1 CC2	-	2CO1 CO4 CO5
Avaliador 3" JN	A4	-	-	-	-	-

No que concerne ao texto I (categoria argumentação), de acordo com o que se constata na Figura 21 e no Quadro 25, ao verificamos as categorias de critérios que demonstraram coincidência nas avaliações, constatamos na categoria argumentação todos os avaliadores empregaram em seus julgamentos positivos o critério A1. O julgamento positivo, com relação ao critério A1, do Avaliador 1" foi: "De modo geral a dissertação é pertinente com o esperado, apresentando coesão e coerência bem como o emprego da linguagem conveniente". Os julgamentos positivos do Avaliador 2" reforçam o julgamento do Avaliador 1", sendo eles: "O texto segue o padrão argumentativo a partir do segundo parágrafo, com o primeiro sendo uma introdução ao assunto"; "São três formas discutidas, sendo a adsorção tomada como melhor e apresentado mais argumentos para justificá-la"; "O texto responde a pergunta proposta para a sua criação"; "No geral um texto bom".

As avaliações positivas anteriores são também corroboradas pelo Avaliador 3", a partir das seguintes colocações: "Lendo e analisando seu texto, gostei da forma com a qual você o desenvolve: introduz o assunto primordial (biocombustíveis), problematiza-o e então desate sobre as possíveis soluções para o seu problema"; "Em relação à argumentação sobre a viabilidade ou inviabilidade do método que soluciona o problema, notei uma discussão rápida, porém objetiva em relação aos métodos classificados como inviáveis"; "Feito isso, percebi uma discussão um pouco mais aprofundada sobre o método viável, relacionando suas vantagens".

Ainda no que diz respeito ao texto I (categoria coerência e coesão), o Avaliador 1" utilizou o critério CC1 e o critério CC2 em seus julgamentos positivos, assim como o Avaliador 3". Em contraponto, o Avaliador 1" também empregou em um julgamento negativo o critério CC2. O julgamento positivo e o negativo, classificados com o critério CC2 do Avaliador 1", respectivamente, foram: "De modo geral a dissertação é pertinente com o esperado, apresentando coesão e coerência

bem como o emprego da linguagem conveniente” e “Uma melhor linearidade dos argumentos deve ser adotada”.

O julgamento positivo do Avaliador 3”, com relação ao critério CC2 (“No geral, achei que sua argumentação segue um desenvolvimento lógico, com parágrafos interligados e argumentos consistentes”) contradiz o julgamento negativo do Avaliador 1”, o que sugere incoerência nas colocações dos mesmos frente à categoria coerência e coesão.

Ainda no que diz respeito ao texto I (categoria conteúdo), o Avaliador 2” utilizou o critério CO1 em seus julgamentos positivos, assim como o Avaliador 3”, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento positivo do Avaliador 2” foi: “São três formas discutidas, sendo a adsorção tomada como melhor e apresentado mais argumentos para justificá-la”, enquanto os do Avaliador 3” foram: “Em relação à argumentação sobre a viabilidade ou inviabilidade do método que soluciona o problema, notei uma discussão rápida, porém objetiva em relação aos métodos classificados como inviáveis” e “Feito isso, percebi uma discussão um pouco mais aprofundada sobre o método viável, relacionando suas vantagens”. Assim, há coerência nas avaliações do texto I em relação a esse critério.

Ainda em relação aos critérios da categoria conteúdo, verifica-se que o Avaliador 2” e o Avaliador 3” divergem com relação ao critério CO4. O Avaliador 2” atribui a ele um julgamento negativo e o Avaliador 3” atribui um julgamento positivo, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento negativo do Avaliador 2” foi “Porém a destilação é somente citada”; e o julgamento positivo do Avaliador 3” foi “Feito isso, percebi uma discussão um pouco mais aprofundada sobre o método viável, relacionando suas vantagens”. Nesse contexto, o julgamento negativo do Avaliador 2” não contradiz o julgamento positivo do Avaliador 3”, não caracterizando falta de coerência na avaliação da referida categoria.

Dentre os critérios da categoria conteúdo, verifica-se que o Avaliador 1” e o Avaliador 3” divergem em relação ao critério CO5, pois o primeiro atribui a ele julgamento negativo e o segundo, julgamento positivo, conforme ilustram os trechos a seguir. O julgamento negativo do Avaliador 1” foi “O texto é geral e abrangente” e o julgamento positivo do Avaliador 3” foi “Lendo e analisando seu texto, gostei da forma com a qual você o desenvolve: introduz o assunto primordial (biocombustíveis)”. Assim como observado para o critério CO4, o julgamento

negativo do Avaliador 1” não contradiz o julgamento positivo do Avaliador 3”, não caracterizando falta de coerência na avaliação da referida categoria.

Tendo em vista o exposto, verificamos coerência para a grande maioria das avaliações oferecidas ao texto H.

5.2.4. Considerações e desdobramentos dos critérios de avaliação dos textos argumentativos e dos feedbacks fornecidos aos pares

A discussão dos dados apresentados até o momento sugere que os alunos de graduação em química, mesmo sem participação anterior em PPR, possuem habilidades que são inerentes ao processo, seja em considerável extensão ou em uma extensão limitada, conforme ponderamos a seguir.

As seis categorias de critérios de avaliação geradas a partir das indicações dos alunos abarcaram aspectos que são usualmente contemplados em rubricas fornecidas a avaliadores de manuscritos submetidos para publicação em revistas científicas, assim como em rubricas apresentadas em artigos nos quais se discute o PPR no contexto educacional, a saber: argumentação, clareza, linguagem, coerência e coesão, apresentação e conteúdo. Na rubrica fornecida em PPR por Walker et al. (2011) para avaliação de relatórios de laboratório de graduação em química, por exemplo, constam critérios que se alinham com os elencados pelos sujeitos dessa pesquisa: o autor faz uso de evidências para fundamentar explicações que constam no texto? A argumentação do autor é suficiente e apropriada frente à questão discutida no texto?

Em contraponto, o fato dos alunos terem enfatizado critérios distintos para avaliar os textos de seus pares (Tabela 2) aponta para conveniência de emprego de rubricas que exibam critérios comuns a ser adotados por todos os envolvidos no PPR, dessa forma, aspectos relevantes acabam por não passar despercebidos na avaliação. Outro elemento revelador, que também reforça tal consideração, repousa na limitação dos alunos frente à elaboração de critérios vinculados a categorias mais complexas, como a de conteúdo.

Nessa perspectiva, embora os dados resultantes da presente pesquisa sugiram a habilidade dos alunos na elaboração de critérios de avaliação para emprego em PPR, também evidenciam a adequação do uso de rubricas no contexto educacional. Tal percepção foi claramente expressa, inclusive por alunos que

participaram de PPR relatado por Walker e Sampson (2013). A construção das rubricas é, usualmente, de exclusiva responsabilidade do professor (SHIBLEY JR.; MILAKOFSKY; NICOTERA, 2001) e a ampla discussão dos critérios nela contidos se caracteriza como ponto-chave para o bom andamento do processo (HENDERSON; BUISING, 2000).

A natureza construtiva de dezoito *feedbacks* fornecidos aos pares em um total de 27 analisados sugere o entendimento da maioria dos alunos sobre a importância de associar julgamentos a propostas de alteração no texto em análise. Em contraponto, a associação direta de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto avaliado foi pouco recorrente. De fato, dos nove avaliadores dos textos A, B e C, apenas nos pareceres de três, Avaliadores 1, 1' e 3'', ocorre relação direta entre os julgamentos negativos fornecidos e as alterações propostas. Os outros seis não tomam tal iniciativa ao avaliar os textos. O mesmo panorama foi observado para o caso dos textos D, E e F, dos nove avaliadores, apenas nos pareceres de três, Avaliadores 3, 2' e 3'', ocorre relação direta entre os julgamentos negativos fornecidos e as alterações propostas.

Dos seis avaliadores dos textos G e H, apenas nos pareceres de três, Avaliadores 1, 2 e 2', ocorre relação entre os julgamentos negativos fornecidos e as alterações propostas. O panorama mais promissor foi observado com relação à avaliação do texto I, pois todos os avaliadores, em um total de três, relacionaram os seus julgamentos negativos diretamente com as alterações propostas. Nesse contexto, menos da metade dos avaliadores (doze em um total de 27) se mostraram comprometidos com a associação direta de julgamentos negativos a propostas de alterações no texto. O que sugere que estes possuem habilidade limitada na execução de tal tarefa, seja pela pouca importância que lhe atribuem, seja devido ao desconhecimento dos desdobramentos benéficos dela advindos no PPR.

A coincidência de critérios adotados para a avaliação do mesmo texto ocorreu em três distintas extensões, todas elas consideradas satisfatórias. O melhor panorama observado concerne à avaliação do texto B (Figura 14), pois todas as categorias usadas para avaliá-lo foram empregadas por pelo menos dois avaliadores. Para os textos C (Figura 15), D (Figura 16), E (Figura 17) e H (Figura 20) apenas uma das categorias necessárias para a análise não foi empregada por mais de um avaliador. A coincidência de critérios foi menor para os textos A (Figura 13), F (Figura 18), G (Figura 19) e I (Figura 21), situação na qual a metade dos

critérios necessários para a avaliação foi empregada por mais de um avaliador. Ou seja, na análise de cada um dos textos os alunos encontraram pontos comuns merecedores de atenção. O que indica que estes possuem habilidade acentuada na execução da tarefa de identificação e destaque de questões fundamentais para a construção de um texto de caráter argumentativo.

A investigação sobre a existência, ou não, de coerência entre as análises realizadas para cada um dos textos corrobora a observação acima. De fato, no conjunto dos nove textos analisados, constatamos completa divergência de opinião apenas com relação aos textos: B, na categoria argumentação (Avaliador 3' e Avaliador 2'; Quadro 15); C na categoria coerência e coesão (Avaliador 1'' e Avaliador 3''; Quadro 16); I, na categoria coerência e coesão (Avaliador 1'' e Avaliador 3''; Quadro 25).

Tendo em vista o exposto, é possível afirmar que os graduandos em química, matriculados ainda no seu segundo semestre do Curso de Bacharelado, demonstraram habilidade satisfatória no desempenho de ações relevantes inerentes ao PPR, com destaque para o fornecimento de *feedbacks* consistentes e de natureza construtiva aos pares. Menor desenvoltura e habilidade foram observadas no que diz respeito à associação direta de julgamentos negativos a propostas de alterações no texto. Embora a habilidade dos alunos na elaboração de critérios de avaliação para emprego em PPR tenha sido também constatada, esta veio acompanhada da observação sobre a relevância de se levar a cabo o PPR com auxílio de rubricas sobre as quais os alunos possuam pleno entendimento.

Diante de tais considerações, é pertinente afirmar que a preparação oferecida aos alunos visando o delineamento de um PPR no contexto da graduação em química que favoreça o processo de ensino-aprendizagem precisa englobar ações que incluem: o fornecimento e discussão de rubrica a ser empregada na avaliação dos artefatos produzidos e a colocação de ênfase não só na apresentação de julgamentos acompanhados de propostas de alteração como também na associação direta de julgamentos negativos a tais propostas.

É ainda pertinente destacar a coerência na realização das análises dos textos argumentativos observada no presente trabalho, provavelmente decorrentes de dois aspectos que também se mostraram fundamentais para que se levasse a cabo com sucesso o PPR: a compreensão dos alunos sobre o processo em si (potencialidades, vantagens e desvantagens) e a aquisição, nas etapas que

precederam a avaliação da produção textual dos colegas, de um arcabouço de informações sobre os componentes de um argumento e sobre o tema biodiesel.

O estabelecimento de relações entre os resultados e considerações advindas dessa análise com aqueles reportados na literatura atinente a PPR nos quais os alunos não recebem instruções prévias para a sua realização (em língua inglesa, *unsupported peer assessment*) limita-se a comparações com o trabalho de Tsivitanidou, Zacharia e Hovardas (2011). Conforme informam os próprios autores, até a data de publicação do texto de sua autoria, não haviam sido localizados artigos com essa abordagem. Embora tenhamos identificado, no corrente ano, um segundo artigo a respeito de PPR do tipo *unsupported peer assessment* (TSIVITANIDOU; CONSTANTINOU, 2016), este não se propõe a tratar de questões que possam ser relacionadas ao presente trabalho.

Tsivitanidou, Zacharia e Hovardas (2011) investigaram habilidades inerentes ao PPR de 36 alunos da educação secundária do Chipre, sem que estes tivessem recebido qualquer tipo de instrução sobre a avaliação a ser realizada de *web-portfolio* de ciências. Os autores compilaram 66 critérios empregados pelos alunos na avaliação, distribuíram os critérios em seis categorias e determinaram o número médio de critérios usados por categoria. Em seguida, verificaram o número total de comentários positivos e negativos de cada avaliador frente a cada produto a ser avaliado (existiam dois avaliadores para cada produto); se pelo menos um dos critérios por categoria foi incluído na avaliação de mais de um avaliador do mesmo *web-portfólio*; se pelo menos um julgamento positivo ou negativo por categoria de critério foi incluído na avaliação de mais de um avaliador do mesmo *web-portfólio*.

A exploração qualitativa dos dados mencionados e o seu tratamento estatístico, mostraram que à semelhança do observado no presente trabalho, os alunos emitiram *feedbacks* de natureza construtiva e lançaram mão de critérios distintos para avaliar os textos de seus pares. Em contraponto, foi baixa a coincidência de critérios usados para a avaliação de um mesmo artefato por parte dos alunos responsáveis pela execução dessa tarefa. Mais especificamente, os autores observaram que apenas metade dos alunos que avaliaram o mesmo *web-portfólio* usaram critérios comuns para tanto. Constatação completamente distinta foi alcançada por nós, uma vez que para todos os textos analisados, pelo menos a metade dos critérios necessários foi usada por mais de um avaliador. Ademais, verificamos alto grau de coerência entre as análises realizadas para cada um dos

textos argumentativos. Tal discrepância no que diz respeito à habilidade dos alunos na localização de pontos comuns merecedores de atenção na avaliação dos produtos gerados pelos pares, pode, provavelmente, ser atribuída a uma maior maturidade intelectual dos graduandos, relativamente aos sujeitos investigados por Tsivitanidou, Zacharia e Hovardas (2011), cuja idade era de catorze anos. Sendo ainda plausível especular sobre o reflexo positivo que o conhecimento a respeito do PPR e das características inerentes ao produto a ser avaliado, assim como do conteúdo científico nele expresso, tiveram com relação a esse resultado dos graduandos.

Nessa perspectiva, concluímos que ambos os grupos de alunos possuem habilidade para realizar ações inerentes ao processo PPR (definição de critérios, julgamento do desempenho do colega e fornecimento de *feedback*) sem o recebimento de qualquer preparação prévia para o seu desempenho. Porém, isso não implica necessariamente que esta habilidade se encontra bem desenvolvida. Pelo contrário, principalmente no que concerne aos alunos mais jovens, sujeitos da pesquisa de Tsivitanidou, Zacharia e Hovardas (2011). Há indicativos, portanto, de que cada um dos grupos se beneficiaria de treinamento oferecido visando o aprimoramento das referidas ações, tendo na sua composição elementos distintos.

As considerações expostas anteriormente fundamentaram as ações que sucederam o primeiro ciclo do PPR realizado no presente trabalho. Assim, antes da produção e avaliação do texto argumentativo intermediário e final, o docente elaborou uma rubrica, com base na leitura de todos os critérios de avaliação sugeridos pelos alunos no primeiro ciclo e de considerações apresentadas em sala de aula sobre os componentes do argumento, e a discutiu com os alunos. Os critérios nela contidos, ilustrados no Quadro 26, foram amplamente debatidos, dúvidas foram sanadas a respeito do PPR e os alunos foram esclarecidos sobre um dos princípios que pauta o processo e que não havia merecido a devida atenção no primeiro ciclo: a associação direta de julgamentos negativos a propostas de alteração para o texto avaliado.

Quadro 26 - Critérios que compõem a rubrica entregue na etapa 7 do PPR.

Categorias de critérios	Critérios
Argumentação	Contextualização/relevância do problema que se relaciona com a tese defendida pelo autor pelo autor.
Argumentação	Apresentação da tese (ideia) que o autor defende.
	Apresentação dos conhecimentos básicos (garantias) que sustentam a tese defendida pelo autor.
	As justificativas e os conhecimentos básicos que sustentam a tese defendida pelo autor estão amparadas em fontes de evidência de qualidade.
	A tese é defendida pelo autor com base em justificativas e conhecimentos básicos de diferentes naturezas (social, econômica, ambiental, científica etc).
	Sustentação da tese defendida pelo autor é feita usando estratégias diversificadas (comparação de dados/informações, apresentações de prós e contras, analogias, realização de questionamentos, organização em tópicos, levantamento de hipóteses etc).
	O fluxo e/ou encaminhamento do texto.
	Discernimento/ entendimento sobre o texto é alcançado pelo leitor.
Expressão	Domínio da norma culta da língua portuguesa.
Organização	Pertinência do título em indicar o conteúdo do texto.
Conteúdos (científicos etc.)	Coerência/dos conhecimentos científicos mencionados no texto e de informação de outras naturezas.

A análise do conjunto de textos produzidos no primeiro ciclo deixou clara ainda a importância do estabelecimento, por parte do professor, de um número mínimo de palavras para a elaboração do texto argumentativo a ser avaliado. Na análise dos textos iniciais, nos quais o número de palavras variou de 696 a 222, verificou-se que o texto com 696 palavras era visivelmente melhor do que o texto com 222 palavras, dessa maneira aos alunos foram solicitados a redigir os textos intermediário e final com número mínimo de palavras igual a oitocentos.

A exigência de um número mínimo de palavras na construção do texto pelos alunos mostrou-se também como um elemento crucial para a redação de avaliação que contemplasse maior número de critérios, julgamentos e propostas de alteração, segundo Tsivitanidou, Zacharia e Hovardas (2011).

5.3 Argumentos nos textos iniciais e finais produzidos no PPR

Atualmente é consensual a ideia de que para que uma efetiva educação em ciências seja colocada em funcionamento faz-se necessário o desenvolvimento por parte dos alunos de práticas discursivas, especialmente as que se fundamentam na elaboração de argumentos e contra-argumentos (LEITÃO; DAMIANOVIC, 2011). Estas práticas, que podem levá-los à avaliação de evidências e alternativas que indiquem a validade de alegações científicas, não podem ser negligenciadas no contexto do ensino dessa disciplina. Assim, é desejável a promoção de atividades didáticas que reforçam práticas discursivas capazes de familiarizar os alunos com a argumentação científica.

Embora exista considerável produção acadêmica sobre estratégias propícias ao desenvolvimento do discurso argumentativo no ensino-aprendizagem de ciências (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008), poucos são os estudos que tomam o PPR como componente de estratégias promissoras para o alcance desse intuito (KIM; SONG, 2006; WALKER; SAMPSON; ZIMMERMAN, 2011). Estas, usualmente, levam os alunos a expressar pontos de vista, de forma oral ou escrita, e a assumir posicionamentos com o objetivo de convencer e assegurar a concordância de visões.

No presente tópico são apresentados os resultados decorrentes da análise dos argumentos nos textos iniciais e finais produzidos no PPR por membros de grupos nos quais todos os participantes cumpriram todas as etapas do processo: G2, G4 e G5. A qualidade estrutural dos argumentos foi analisada segundo o Modelo de Toulmin (2001), associado à metodologia proposta por Erduran et al., (2004). Para responder com maior propriedade a nossa questão de pesquisa, relacionada à qualidade dos argumentos nos textos em questão (*Em qual extensão a qualidade dos textos argumentativos iniciais e finais de autoria dos graduandos que participaram do PPR foi alterada?*), optamos por considerar na análise não apenas o aspecto estrutural. Dessa forma, os textos foram estudados com base no Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010) e tiveram também a sua adequação conceitual averiguada.

A apresentação dos resultados, bem como sua discussão, está dividida em quatro subtópicos. A seguir consta a análise detalhada dos textos iniciais e finais dos membros do grupo G2: Jacob, Lena, Anastásia e Hina. No subtópico seguinte é realizada uma comparação entre a análise do subtópico anterior com os resultados das análises dos textos dos outros dois grupos, G4 e G5. Foi adotada a opção de detalhar as análises dos textos de um único grupo para não tornar o capítulo demasiadamente extenso. Todos os textos iniciais e finais analisados, com os respectivos diagramas de Toulmin (2001), deles originários, encontram-se ilustrados no Apêndice O.

5.3.1 Análise estrutural e conceitual dos argumentos do G2

Conforme mencionado anteriormente, o G2 trabalhou com o artigo original de pesquisa intitulado “Tratamento de efluente do biodiesel utilizando a eletrocoagulação/flotação: investigação dos parâmetros operacionais” (MENESES, et al., 2012) e cada um dos seus integrantes produziu um texto inicial e um texto final. Assim, o grupo como um todo produziu oito textos.

O Quadro 27 indica os títulos dos textos iniciais e finais e o número de palavras contidas em cada um deles para cada um dos membros do G2.

Quadro 27 - Título dos textos iniciais e finais produzidos pelo G2 no PPR e o número de palavras contidas em cada um deles.

Nome fictício do aluno	Título do texto inicial (número de palavras)	Título do texto final (número de palavras)
Jacob	Eletrocoagulação: uma simplicidade sustentável (441)	Eletrofloculação: uma simplicidade sustentável (827)
Lena	Tratamento sustentável do efluente do biodiesel (362)	Tratamento sustentável do efluente do biodiesel (807)
Anastásia	Eletrocoagulação do efluente do biodiesel: método viável de tratamento (391)	Eletrocoagulação do efluente do biodiesel: método viável de tratamento (1033)
Hina	Eletrocoagulação: a técnica promissora (359)	Eletrocoagulação: uma nova alternativa para o tratamento do biodiesel (803)

Com exceção de Hina, todos os alunos apresentaram o mesmo título na versão inicial e final para as suas produções textuais. Além disso, embora com número variável de palavras, todos os textos finais atenderam à demanda da atividade de número mínimo de oitocentas palavras.

As Figuras 22 a 29 ilustram os componentes dos argumentos presentes nos textos iniciais e finais produzidos pelos alunos de G2 que visavam convencer o leitor sobre o melhor método para tratar o efluente do biodiesel, conforme ilustra o Quadro 7.

Cabe aqui lembrar que, de acordo com Toulmin (2001), os elementos essenciais de um argumento são o dado, a justificativa e a conclusão, sem os quais um argumento não é válido. Os trechos grifados nos diagramas a seguir são indicativos de palavras que inserimos nos textos visando o seu melhor entendimento por parte do leitor. Erros de digitação ou de ortografia não foram corrigidos nos diagramas.

Começando a análise pelo argumento elaborado por Jacob, no texto inicial (Figura 22), verificamos a presença do dado. O aluno reporta a necessidade de tratamento para o efluente que provém da produção do biodiesel e destaca o importante papel que este combustível biodegradável, derivado de fontes renováveis, pode desempenhar na sociedade em que vivemos.

Figura 22 - Argumento apresentado pelo aluno Jacob no texto inicial.

Constatamos a existência de dez justificativas que conduziram o aluno à conclusão de que o processo de eletrocoagulação mostra-se muito promissor para

tratar o efluente oriundo da produção do biodiesel. As justificativas se pautam nas vantagens a eles associada, de caráter diverso. Refutações, qualificadores modais e conhecimentos básicos não foram identificados no argumento presente no texto inicial de Jacob.

O argumento final elaborado pelo aluno (Figura 23) parte do mesmo dado e leva à mesma conclusão do argumento inicial. Porém, frente ao inicial, este recebeu o incremento de uma nova justificativa (J6) e de um *backing* (B10) para uma das justificativas (J10).

Figura 23 - Argumento apresentado pelo aluno Jacob no texto final.

A Figura 24 ilustra o argumento elaborado por Lena no seu texto inicial. Assim como Jacob, o dado por ela apresentado destaca o biodiesel como um dos combustíveis alternativos “às fontes poluentes de energia” e vem acompanhado de alerta sobre a quantidade de efluente gerado na sua etapa de purificação, que necessita de tratamento adequado. Da mesma forma que o colega, Lena conclui que

para a realização do tratamento “o processo mais destacado é o de eletrocoagulação/flotação”. Em contraponto, o seu argumento apresenta o componente refutação, que não foi contemplado em nenhum dos textos de Jacob. A aluna julgou, portanto, importante indicar uma condição excepcional em que a conclusão citada não é válida, que seria na situação em que os parâmetros operacionais não estivessem adequadamente ajustados, atendendo as recomendações da comunidade científica.

Figura 24 - Argumento apresentado pela aluna Lena no texto inicial.

No argumento ilustrado na Figura 24 existem seis justificativas baseadas em algumas vantagens do método de eletrocoagulação e alinhadas com aquelas apresentadas por Jacob. Elas servem para fortalecer a conclusão destacada no argumento. Duas (J2 e J6) das seis justificativas estão apoiadas em *backing* (respectivamente B2 e B6). Qualificadores modais foram os únicos componentes não identificados no argumento presente no texto inicial de Lena.

O argumento final elaborado pela aluna (Figura 25) parte praticamente do mesmo dado e leva à mesma conclusão do argumento inicial. Porém, frente ao inicial, este recebeu o incremento de três novas justificativas, relacionadas às

vantagens econômicas (J7), ambientais (J9) e ao menor consumo de energia (J8), e de um *backing* (B10), atrelado a uma das justificativas acrescentadas (J10).

Figura 25 - Argumento apresentado pela aluna Lena no texto final.

A Figura 26 ilustra o argumento elaborado por Anastásia no seu texto inicial. A aluna constrói o seu dado com base nos mesmos fundamentos usados por Jacob e Lena e alcança a mesma conclusão com relação à pertinência do processo eletroquímico eletrocoagulação/flotação para o tratamento do efluente do biodiesel. O seu argumento apresenta somente os componentes essenciais: dado, justificativas e conclusão.

Constatamos a existência de cinco justificativas parcialmente alinhadas com as mencionadas anteriormente. Com efeito, enquanto Jacob apoia a sua conclusão no fato de ocorrência de diminuição do pH ao longo do processo (Figura 23), Anastásia faz o mesmo apoiada na afirmação: “o pH do efluente aumentou após o processo (...)”. Segundo os autores do artigo (MENESES et al., 2012, p. 237): “Observou-se que ocorre um aumento do pH do efluente durante o processo de eletrocoagulação/flotação.”, porém estes também citam em seu artigo que:

“Mohouedhen *et al.*³³ estudaram o processo de eletrocoagulação utilizando eletrodos de alumínio e verificaram que quando o pH inicial é ácido o valor do pH final aumenta, já quando o pH inicial é alcalino, o pH final diminui.”. Assim é possível verificar que ambos os alunos estão corretos em suas justificativas, pois as informações apresentadas nos textos argumentativos por eles produzidos estão fundamentados no artigo original de pesquisa.

Figura 26 - Argumento apresentado pela aluna Anastásia no texto inicial.

O argumento final elaborado por Anastásia (Figura 27) parte praticamente do mesmo dado e leva à mesma conclusão do argumento inicial. Porém, diferentemente dos demais alunos do G2, a aluna descartou cinco justificativas presentes no seu texto inicial e manteve apenas as seguintes, que assumiram a denominação de J5 e J7 no texto final: “ocorreu a remoção de 99,23% dos óleos e graxas presentes no efluente bruto” e “ocorreu a melhoria do aspecto visual do efluente tratado”. Foram somadas a estas justificativas, mais cinco, que apresentavam teor semelhante às apresentadas no texto inicial, mas não eram idênticas a elas.

Duas das sete justificativas (J2 e J6) presentes no texto final de Anastásia foram apoiadas por *backings* (respectivamente, B2 e B6).

Figura 27 - Argumento apresentado pela aluna Anastásia no texto final.

A Figura 28 ilustra o argumento elaborado por Hina no seu texto inicial, cujo dado e conclusão guardam semelhança com os dos demais colegas do G2. A aluna apresenta nove justificativas para fortalecer a conclusão de que “a técnica de eletrocoagulação/flotação é a que se mostrou mais otimista e promissora”.

Figura 28 - Argumento apresentado pela aluna Hina no texto inicial.

Assim como observado no argumento inicial de Jacob (Figura 22) e de Anastácia (Figura 26), o argumento inicial de Hina apresenta somente os componentes essenciais: dado, justificativas e conclusão. Esta situação não se altera na composição do argumento final (Figura 29), onde se verifica apenas o incremento de mais duas justificativas (J10 e J11), que dizem respeito às vantagens econômicas e ambientais do método.

Figura 29 - Argumento apresentado pela aluna Hina no texto final.

Relações foram estabelecidas entre as informações contidas nos componentes do argumento presentes nos textos dos alunos e as disponibilizadas pelos autores no artigo original de pesquisa (MENESES et al., 2012). Nessa perspectiva, foi possível avaliar a qualidade dos argumentos do ponto de vista conceitual.

O Quadro 28 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como dado nos argumentos apresentados nas Figuras 22 a 29.

Quadro 28 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nas Figuras 22 a 29.

(continua)

(1) O biodiesel é um combustível alternativo ao óleo diesel, é produzido pela reação química entre um óleo vegetal ou gordura animal com um álcool. (p.235)
(2) O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo (...). (p. 235)
(3) O método de obtenção do biodiesel que o governo brasileiro incentiva é o de transesterificação, que consiste na reação química de triglicerídeos com alcoóis (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (ácido, básico ou enzimático), resultando na substituição do grupo éster do glicerol pelo grupo etanol ou metanol. (p. 235)
(4) (...) no entanto, para atender os critérios de qualidade do biodiesel é necessária a etapa de purificação, para a remoção de qualquer quantidade de resíduo que tenha ficado no biodiesel, e para isto é realizada uma lavagem aquosa. (p.235)

Quadro 28 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nas Figuras 22 a 29.

(conclusão)

(5) A demanda atual de biodiesel é atendida pelo processo convencional de transesterificação com catalisador alcalino. (p. 235)
(6) Portanto, diante da crescente expansão da produção de biodiesel em plantas industriais que utilizam o processo convencional, verifica-se a necessidade de tratar o efluente gerado durante este processo produtivo, de forma que adquira características dentro dos padrões de lançamento de efluentes presentes na Resolução CONAMA nº 357 de 17/6/2005. (p. 235)
(7) (...) efluente gerado possui um alto valor de pH, (...), e contém um alto teor de óleo e de sólidos (...). (p. 235)

Nessa perspectiva, é possível afirmar que os dados indicados pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (2) e (3) do Quadro 28 e nos dados nas Figuras 26 e 25, respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 29 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como justificativa nos argumentos apresentados nas Figuras 22 a 29.

Quadro 29 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nas Figuras 22 a 29.

(continua)

(1') Esta técnica tem algumas vantagens quando comparada aos métodos tradicionais, tais como simplicidade de equipamento, facilidade de operação, menor tempo de retenção, ausência de adição de produtos químicos, rápida sedimentação dos flocos eletrogerados e menor produção de lodo. (p. 235-236)
(2') Diversos autores observaram que o pH afluente ao reator de eletroflotação é um importante fator operacional que influencia na performance do processo eletroquímico. ^{14,32} Na Figura 3 é observada a relação entre o pH do efluente antes e após o tratamento. Observou-se que ocorre um aumento do pH do efluente durante o processo de eletrocoagulação/flotação. (p. 237)
(3') Mohouedhen <i>et al.</i> ³³ estudaram o processo de eletrocoagulação utilizando eletrodos de alumínio e verificaram que quando o pH inicial é ácido o valor do pH final aumenta, já quando o pH inicial é alcalino, o pH final diminui. (p. 237)
(4') No processo de eletrocoagulação, muitos dos poluentes são separados do efluente e flotados para a superfície na forma de lodo. (p.238)
(5') A eletrocoagulação/flotação removeu em média 99,23% dos óleos e graxas presentes no efluente bruto, mostrando-se uma técnica bastante eficiente para remoção de óleos e graxas. (p.239)
(6') Chavalparit e Ongwandee ⁴¹ trataram o efluente do biodiesel com a eletrocoagulação e verificaram que um aumento no tempo de reação conduziu a um aumento na remoção de poluentes e, com a utilização de um pH no valor de 6, obtiveram uma remoção de óleos e graxas de 97,83%. (p. 239)

Quadro 29 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nas Figuras 22 a 29.

(conclusão)

(7') Utilizaram a eletrocoagulação para reduzir o teor de óleo do efluente, visto que grandes quantidades de óleo inibem o processo de digestão anaeróbico, e obtiveram uma remoção de 45% de DQO com a etapa de eletrocoagulação (...). (p. 239)
(8') (...) o pH do efluente após o tratamento está relacionado ao pH inicial e ao tempo de tratamento. (p.239)
(9') O processo de eletrocoagulação foi capaz de reduzir 99% da quantidade inicial do teor de óleos e graxas. (p.239)
(10') Do ponto de vista ambiental, a eletrocoagulação/flotação mostra-se como uma técnica bastante promissora, pois o aspecto visual inicial do efluente também foi melhorado, apresentando um efluente tratado sem cor aparente. Representa uma grande alternativa ao tratamento do efluente oriundo da etapa de lavagem do biodiesel, sendo uma opção vantajosa do ponto de vista econômico e ambiental. (p. 239-240)

Assim como observado para os dados, é possível afirmar que as justificativas indicadas pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (5') e (10') no Quadro 29 e nas justificativas nas Figuras 27 (J3) e 29 (J8), respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 30 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como *backing* nos argumentos apresentados nas Figuras 23 a 25 e 27.

Quadro 30 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente *backing* nas Figuras 23 a 25 e 27.

(continua)

(1'') Consumo de energia. Está relacionado ao espaçamento entre os eletrodos e o tempo de tratamento. No ensaio A (1,60 kWh/m ³) o consumo de energia está relacionado ao tempo de tratamento (40 min) bem como à distância entre os eletrodos (8 mm), porque para este espaçamento dos eletrodos foi necessária uma voltagem maior (4,8 V) e, devido a esta voltagem, uma baixa corrente foi requerida no processo e, com isso, o consumo de energia foi baixo quando comparado ao ensaio C (...). (p. 239)
(2'') Esta técnica tem algumas vantagens quando comparada aos métodos tradicionais, tais como simplicidade de equipamento, facilidade de operação, menor tempo de retenção, ausência de adição de produtos químicos, rápida sedimentação dos flocos eletrogerados e menor produção de lodo. ¹⁹ (p.237-238)

Quadro 30 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente *backing* nas Figuras 23 a 25 e 27.

(conclusão)

(3'') Chavalparit e Ongwandee⁴¹ trataram o efluente do biodiesel com a eletrocoagulação e verificaram que um aumento no tempo de reação conduziu a um aumento na remoção de poluentes e, com a utilização de um pH no valor de 6, obtiveram uma remoção de óleos e graxas de 97, 83%. Siles <i>et al.</i>⁴² trataram o efluente do biodiesel em um processo combinado de eletrocoagulação e posterior tratamento anaeróbio. Utilizaram a eletrocoagulação para reduzir o teor de óleo do efluente, visto que grandes quantidades de óleo inibem o processo de digestão anaeróbico, e obtiveram uma remoção de 45% de DQO com a etapa de eletrocoagulação, o que favoreceu o tratamento biológico posterior.⁴² Uma das maiores vantagens da eletroflotação é a remoção de óleos e graxas.¹⁴ Esse fato ocorre devido à facilidade de coagulação e flotação das moléculas de óleos e graxas.¹⁸ (p. 239)
(4'') No processo de eletrocoagulação, íons são produzidos <i>in situ</i> e isto envolve três estágios sucessivos: formação do coagulante pela oxidação eletrolítica do 'eletrodo de sacrifício', desestabilização dos contaminantes, suspensão das partículas e quebra de emulsões e, agregação das fases desestabilizadas para formar flocos. (...) Dentre os diversos tipos de materiais que podem ser escolhidos como eletrodo, o alumínio é o mais indicado, por apresentar baixo custo e estar facilmente disponível no mercado. (p.236)
(5'') Do ponto de vista ambiental, a eletrocoagulação/flotação mostra-se como uma técnica bastante promissora, pois o aspecto visual inicial do efluente também foi melhorado, apresentando um efluente tratado sem cor aparente. Representa uma grande alternativa ao tratamento do efluente oriundo da etapa de lavagem do biodiesel, sendo uma opção vantajosa do ponto de vista econômico e ambiental. (p. 239-240)
(6'') No processo de eletrocoagulação, muitos dos poluentes são separados do efluente e flotados para a superfície na forma de lodo. O lodo produzido é proporcional às características do efluente bruto, sólidos sedimentáveis, matéria desestabilizada por coagulação, é proporcional à densidade de corrente e ao tempo de tratamento.¹⁹ (p.238)
(7'') Diante do exposto verifica-se que o tempo de tratamento, bem como o espaçamento entre os eletrodos afetam no consumo de energia, e estes parâmetros são importantes porque afetam a aplicação econômica do processo de eletrocoagulação/ flotação no tratamento do efluente do biodiesel. (p.239)

Assim como observado para os dados e justificativas, é possível afirmar que os *backings* indicados pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (3'') e (6'') no Quadro 30 e nos *backings* nas Figuras 24 (B6) e 27 (B3), respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 31 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como conclusão nos argumentos apresentados nas Figuras 22 a 29.

Quadro 31 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nas Figuras 22 a 29.

(1''') Do ponto de vista ambiental, a eletrocoagulação/flotação mostra-se como uma técnica bastante promissora, pois o aspecto visual inicial do efluente também foi melhorado, apresentando um efluente tratado sem cor aparente. Representa uma grande alternativa ao tratamento do efluente oriundo da etapa de lavagem do biodiesel, sendo uma opção vantajosa do ponto de vista econômico e ambiental. (p.239 - 240)
(2''') Um dos processos eletroquímicos que vem se destacando no meio científico é o processo de eletrocoagulação/flotação, onde um reator eletroquímico é o centro das reações de coagulação. O processo de eletrocoagulação tem atraído uma grande atenção no tratamento de efluentes industriais devido a sua versatilidade e compatibilidade ambiental. (p.235)

Assim como observado para os dados, justificativas e *backings*, é possível afirmar que as conclusões indicadas pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (1''') e (2''') no Quadro 31 e nas conclusões nas Figuras 27 e 26, respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O excerto do artigo original que foi mencionado no componente identificado como refutação nos argumentos apresentados nas Figuras 24 e 25 é o seguinte:

A partir dos resultados, pode-se verificar que os parâmetros tempo de tratamento, pH do efluente e espaçamento dos eletrodos são extremamente importantes no processo de eletrocoagulação/flotação. Conforme verificado por vários autores que utilizaram esta técnica,^{14,15,19} (MENESES et al., 2012, p.239).

Nessa perspectiva, é possível afirmar que a refutação indicada pela aluna Lena se pauta em informação que encontra respaldo na comunidade científica e apresenta qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente no excerto acima e nas Figuras 24 e 25, respectivamente, ilustram a pertinência da afirmativa anterior.

Concluída a análise da qualidade conceitual dos argumentos dos alunos, empregamos a metodologia de análise proposta por Erduran et al. (2004) para averiguar a qualidade estrutural dos mesmos. Para tanto, a combinação dos componentes do argumento, segundo Toulmin (2001), nos textos escritos pelos alunos foi estudada e os argumentos que apresentaram combinações com maior número de componentes foram considerados como mais bem elaborados. A Figura

30 apresenta a frequência de combinações do TAP nos argumentos iniciais e finais dos mesmos.

Figura 30 - Frequência de combinações do TAP nos argumentos dos alunos do G2.

Conforme ilustra a Figura 30, identificamos três tipos de combinações nos argumentos produzidos pelos grupos. A combinação do tipo Conclusão-Dado-Justificativa (CDJ), que apresenta os elementos fundamentais de um argumento na visão de Toulmin (2001), foi identificada com maior frequência (quatro vezes): uma vez no argumento apresentados nos textos iniciais de Jacob, Anastácia e Hina e uma vez no argumento apresentado no texto final de Hina. Um tipo de combinação com quatro componentes, Conclusão-Dado-Justificativa-*Backing* (CDJB), também foi identificada: uma vez no argumento apresentado no texto final de Jacob e uma vez no argumento apresentado no texto final de Anastácia. Apenas uma combinação de cinco elementos foi identificada, do tipo Conclusão-Dado-Justificativa-*Backing*-Refutação (CDJBR), no argumento inicial e final de Lena.

Considerando a metodologia proposta por Erduran et al. (2004) é possível afirmar que somente os alunos Jacob e Anastácia tiveram a qualidade estrutural dos seus argumentos aprimorada do texto inicial para o texto final, uma vez que foram os únicos a associar um novo componente do argumento aos textos finais, no caso, o *backing*. De acordo com a metodologia, não há diferença entre dois argumentos que apresentem uma mesma combinação de elementos, por exemplo, a do tipo CDJ,

mesmo que em um argumento haja a ocorrência de cinco justificativas e em outro apenas uma. Fato que Sá et al. (2014) entendem como uma limitação da metodologia e sugerem que a classificação das combinações do TAP ocorra considerando a frequência de vezes que elementos como justificativas e *backings* estão presentes no argumento.

Nessa perspectiva, os autores assumem que argumentos que possuem uma mesma combinação, porém maior quantidade de justificativas e *backings*, são mais complexos e, portanto, de melhor qualidade. Sob essa nova ótica, construímos a Figura 31, que apresenta a frequência de justificativas e de justificativas acompanhadas de *backings* identificadas em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos alunos do G2. Assim, por exemplo, foram identificadas para a aluna Lena duas combinações do tipo CDJBR, uma para o argumento apresentado no texto inicial e outra para o argumento apresentado no texto final, cada uma delas representada por uma barra na Figura 31. No argumento apresentado no texto inicial verificamos a existência de seis justificativas, sendo que duas delas foram acompanhadas de *backings*, enquanto que no argumento apresentado no texto final verificamos nove justificativas, quatro acompanhadas de *backing*. O mesmo raciocínio é válido para os demais argumentos, ficando evidente que todos os membros de G2 produziram os argumentos apresentados nos textos finais de melhor qualidade estrutural do que os argumento apresentados nos textos iniciais.

Figura 31 - Justificativas e *backings* empregados nos argumentos iniciais e finais dos alunos do G2.

Conforme ilustra a Figura 31, no caso de Jacob e Anastásia a inserção de novas justificativas nos argumentos finais foi acompanhada também de *backings*. Diferentemente do caso de Hina, no qual ocorreu apenas a inserção de mais duas justificativas no argumento final.

5.3.2 Análise dos argumentos do G2, segundo o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010)

A primeira perspectiva de análise do Modelo de Sá (2010) permite especular sobre a natureza dos critérios considerados por cada um dos alunos na construção dos argumentos que sustentam a solução proposta para o problema expresso nos artigos originais de pesquisa em estudo (Quadro 7). Assim, classificamos os argumentos empregados nos textos de acordo com a sua natureza *ambiental* (enunciados relacionados ao impacto ambiental provocado pelo problema ou como consequência das diferentes alternativas de solução); *científica* (enunciados que fizeram referência a assuntos concernentes às distintas áreas da ciência como química, física, biologia, bioquímica, genética etc.); *econômica* (enunciados

relacionados ao impacto econômico decorrente do problema ou comparações sobre a viabilidade econômica das diferentes alternativas de solução); *ética* (enunciados que abordam questões éticas envolvidas no problema ou na sua resolução); *social* (enunciados que fizeram menção a termos como geração de empregos ou qualidade de vida do indivíduo ou sociedade); *política* (enunciados que fizeram referência a políticas implantadas, investimentos, apoios, negligência e outras ações políticas); *histórica* (enunciados que fizeram menção a fatos históricos). As naturezas *política* e *histórica* não fazem parte do Modelo de Sá (2010), mas foram identificadas nos textos dos alunos. Fez-se ainda necessária a criação da categoria “*outra*”, na qual foram classificados aqueles enunciados de natureza distinta às anteriormente citadas e que foram usadas na confecção dos textos.

O Quadro 32 exemplifica o procedimento de análise realizado nos textos dos alunos do G2, mas não ilustra na íntegra. Cada frase dos textos se constituiu em uma unidade de análise, indicada por um número. Cabe destacar que cada unidade de análise pode ser categorizada em mais de uma natureza.

Quadro 32 - Análise dos textos de acordo com a natureza dos critérios considerados pelos alunos do G2 na produção dos argumentos.

Natureza	Unidade de análise (aluno): Fragmentos textuais
Ambiental	3^f (Jacob): Todavia, o biodiesel apresenta algumas desvantagens, como, por exemplo, em seu processo de purificação, uma quantidade considerável de efluente é produzida, e isso pode ocasionar problemas ambientais no local de descarte, logo um método para tratar esse efluente é de fundamental importância. 7ⁱ (Lena): Além disso, sabe-se que a eletrocoagulação remove aproximadamente 97% do teor oleoso do efluente, deixando-o mais límpido e prejudicando menos a comunidade biológica do ecossistema aquático.
Científica	4ⁱ (Anastásia): O efluente do biodiesel possui um alto valor de pH, além de um elevado teor de óleos e resíduos sólidos. 13^f (Hina): As bolhas de gases hidrogênio e oxigênio produzidos pela eletrólise da água atraem esses flocos e por meio da flutuação natural é possível retirar os poluentes floculados que se acumulam na superfície.
Econômica	14^f (Lena): Este último é um dos fatores mais favoráveis, não só por tornar o processo menos oneroso, mas também por não produzir resíduos químicos tóxicos, como por exemplo, sulfatos e polímeros. 17^f (Anastásia): O metal mais defendido para constituir os eletrodos é o alumínio, devido à sua grande disponibilidade e ao seu baixo custo no mercado.
Política	7ⁱ (Jacob): A Resolução Conama n°357 estabelece condições padrão para o descarte dos efluentes na água, e o que é obtido na purificação do biodiesel não se enquadra. 2ⁱ (Lena): No entanto, o método de produção estimulado pelo governo nacional gera uma grande quantidade de efluente na etapa de purificação do biodiesel, o qual necessita de tratamento adequado antes do seu lançamento em afluentes devido às suas características desfavoráveis ao ecossistema do meio de descarte.

Quadro 32 - Análise dos textos de acordo com a natureza dos critérios considerados pelos alunos do G2 na produção dos argumentos.

(conclusão)	
Social	1^{i-f}(Jacob): A sociedade sempre precisou de fontes energéticas para o seu desenvolvimento, e o petróleo vem satisfazendo muito essa demanda, contudo é uma fonte de energia não renovável. 1^f (Anastásia): Atualmente, um dos principais assuntos explorados pela mídia e cobrados nas escolas e nos vestibulares é a alta demanda energética das indústrias, dos automóveis, dos estabelecimentos comerciais e residenciais, e da sociedade como um todo.

i = fragmento do texto inicial.

f = fragmento do texto final.

Como verificamos na Figura 32, a seguir, que ilustra os resultados da análise dos textos produzidos pelos alunos do G2, com exceção dos aspectos ética e histórica, todos os demais aspectos foram considerados pelos alunos na produção dos argumentos.

Figura 32 - Natureza dos critérios considerados pelos alunos do G2 na produção dos argumentos

Argumentos de natureza científica foram os mais empregados por todos os alunos, seguidos de argumentos de natureza ambiental. A título de exemplo, o Quadro 32 ilustra enunciados desses tipos formulados por Anastásia e Hina (natureza científica) e por Jacob e Lena (natureza ambiental). Esse resultado não é

surpreendente uma vez que enunciados científicos são abundantes no artigo original de pesquisa que fundamentou a produção textual dos alunos e muitos deles estão fundamentados em conhecimentos da área de química ambiental, físico-química, química orgânica e biologia.

Argumentos de natureza econômica e política foram também ressaltados por todos os alunos. O Quadro 32 ilustra enunciados desses tipos formulados por Lena e Anastásia (natureza econômica) e por Jacob e Lena (natureza política). Uma vez que a questão econômica é decisiva na tomada de decisões referentes à produção de biocombustíveis, e esta é estreitamente vinculada às políticas vigentes, a recorrência de tais argumentos é compreensível. Em contraponto, apenas dois alunos, Jacob e Anastásia, apresentaram em seus textos enunciados que remetem a questões sociais, ilustrados no Quadro 32.

O fato dos alunos terem recorrido a critérios de, pelo menos, três naturezas na elaboração dos seus argumentos fornece indícios sobre a sua boa qualidade, uma vez que foram construídos não apenas a partir de um único ângulo, mas a partir de uma visão multifacetada sobre a temática biodiesel.

A análise da Figura 32 permite ainda o estabelecimento de comparações entre a qualidade dos textos argumentativos produzidos pelos alunos do G2 antes e após o PPR. É possível observar que todos os integrantes do grupo, no que diz respeito às naturezas ambiental, científica e econômica, fizeram uso de um maior número de frases (unidades de análise) na construção do argumento final, o que, guardadas as devidas proporções, confere mais robustez ao texto argumentativo. Ademais, dois membros do grupo, Hina e Anastásia, arregimentaram argumentos de natureza distinta daqueles inicialmente propostos para a construção do texto final. Anastásia conferiu ao texto natureza social e Hina, natureza econômica. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

A segunda perspectiva do Modelo de Sá (2010) diz respeito às fontes de evidências normalmente empregadas como forma de garantir confiabilidade às informações fornecidas. Estas são classificadas como evidências pessoais ou de autoridade, de acordo com as suas fontes. O Quadro 33 apresenta fragmentos dos textos iniciais e finais dos alunos do G2 que exemplificam a forma como a análise foi realizada. Ou seja, nos mesmos moldes indicados anteriormente para análise da natureza dos critérios considerados na construção dos argumentos.

Quadro 33 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G2 na produção dos argumentos.

Fontes de Evidências	Unidade de análise (aluno): Fragmentos textuais
Especialistas	13^f (Jacob): Outro tratamento pesquisado, agora por pesquisadores brasileiros da Universidade Federal de Campina Grande-Paraíba, utilizou-se de um tratamento conduzido em duas etapas; a primeira o biodiesel foi quimicamente recuperado a partir do uso de ácido sulfúrico, induzindo a uma separação de fases. 10ⁱ (Lena): Desta maneira, com os ajustes operacionais recomendados pelos estudiosos da técnica, a eletrocoagulação/flotação (...).
Instituição	13ⁱ (Jacob): Este processo mostra-se muito promissor, não só no ponto de vista ambiental, como também econômico, pois consegue cumprir todas as exigências que a Resolução Conama estipula para o descarte de efluentes e totalmente viável. 8^f (Hina): Com isso verificou-se a necessidade de tratar o efluente gerado de forma que este adquira as características necessárias para o seu correto descarte conforme exigido pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e que apresente menos desperdícios.
Artigos de revistas	8^f (Lena): A eletrocoagulação/flotação baseia-se em princípios de coagulação, e de acordo com Resende¹ <i>et al.</i> em seus estudos sobre tal técnica, estes princípios são comumente aplicados na remoção de resíduos sólidos e oleosos em efluentes gerais. 1 - Crespilho, F. N.; Santana, C. G.; Rezende, M. O. O.; <i>Quim. Nova</i> 2004, 27, 387. 25^f (Anastásia): O logo gerado consiste nos poluentes que flotaram até a superfície; sua característica após o tratamento mostrou-se proporcional às características do efluente bruto, à densidade da corrente elétrica aplicada durante o processo, e ao tempo de tratamento.¹ 1 - Kobya, M.; Hiz, H.; Senturk, E.; Aydinler, C.; Demirbas, E.; <i>Desalination</i> 2006, 190, 201.
Artigo original de pesquisa estudados pelos alunos	5ⁱ (Jacob): Segundo o pesquisador L.A.B. de Boni, da PUC-RS, são necessários no mínimo 3L de água para cada litro de biodiesel. 17^f (Lena): Todavia, tal técnica pode não ser tão eficiente quanto o esperado, se determinadas variáveis operacionais não se ajustarem adequadamente, de acordo com de Meneses² <i>et al.</i>, em seus estudos sobre os parâmetros operacionais influentes na eficiência da técnica de eletrocoagulação/flotação. 2- de Meneses, J. N.; Vasconcelos, R. de F.; Fernandes, T. de F.; de Araújo, G. T.; <i>Quim Nova</i> 2012, 35, 235-240.
Livro	26^f (Anastásia): Os óleos, graxas e a matéria orgânica (M.O) presentes no efluente bruto compõem os chamados “sólidos totais”;² o tratamento de eletrocoagulação (...). 2-American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation; <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>, 19th ed., Washington, 1995.

i = fragmento do texto inicial.

f = fragmento do texto final.

Como verificamos na Figura 33, a seguir, que ilustra os resultados da análise completa dos textos produzidos pelos alunos do G2, cinco tipos de evidências de autoridade foram empregados: especialista (enunciados de Jacob e Lena); instituição, no caso a CONAMA (enunciados de Jacob e Hina); artigos originais de pesquisa (provenientes da revista Química Nova e da *Desalination, Separation and Purification Technology*, nos enunciados de Lena e Anastásia); artigo original de pesquisa estudado pelo grupo (enunciados de Jacob e Lena); livro (enunciado de Anastásia).

Figura 33 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G2 na produção dos textos.

No que diz respeito ao emprego de evidências pessoais não identificamos enunciados que indicavam conhecimento prévio dos alunos. Vale ressaltar que consideramos conhecimento prévio quando o aluno explicita que já era conhecedor de determinada informação. Pois, da mesma maneira que Kim e Song (2005), constatamos que, geralmente, as evidências ficam implícitas nos argumentos dos estudantes e, por essa razão, optamos por considerar somente aqueles enunciados que são, segundo os alunos, resultados de conhecimento prévio. Nessa perspectiva, exemplo de evidência pessoal seria: a bactéria, como todo mundo sabe... (grifo nosso).

Conforme ilustra a Figura 33, verificamos que todos os alunos incluíram fontes de evidências, ainda que de forma incipiente, nos textos iniciais. Em contraponto, nos textos finais tal prática foi acentuada, com destaque para o emprego do texto original de pesquisa estudado pelo grupo. Assim, é possível concluir que todos os alunos privilegiaram este tipo de documento, que goza de alta credibilidade dentro da comunidade científica, como fonte de evidência para a construção do texto final. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa

afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

A terceira perspectiva de análise do Modelo de Sá (2010) diz respeito às estratégias de aprendizagem mobilizadas pelos alunos na realização de determinadas ações. Nesse sentido, buscamos analisar quais estratégias de aprendizagem foram empregadas no processo de produção textual.

O Quadro 34 apresenta fragmentos dos textos iniciais e finais dos alunos do G2 que exemplificam a forma como a análise foi realizada. Ou seja, nos mesmos moldes indicados anteriormente para a análise da natureza dos critérios e fontes de evidências consideradas na construção dos argumentos.

Quadro 34 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G2 na produção dos textos.

Estratégias de Aprendizagem Cognitivas	Unidade de análise (aluno): Fragmentos textuais
Elaboração	1ⁱ (Jacob): A sociedade sempre precisou de fontes energéticas para o seu desenvolvimento, e o petróleo vem satisfazendo muito essa demanda, contudo é uma fonte de energia não renovável. 32^f (Anastásia): Também se concluiu que um posterior planejamento deve ser efetuado, de forma a avaliar estatisticamente a influência do pH e do tempo de tratamento, mantendo fixos a voltagem e o espaçamento dos eletrodos durante o processo de oxidação eletrolítica.
Organização	4^f (Jacob): Um dos processos de purificação do biodiesel é uma lavagem aquosa, na qual são removidos todos os resíduos como sabões; sais; metanol; glicerina e catalisadores remanescentes. 4^f (Lena): A fim de tratar o efluente gerado, diversas técnicas têm sido pesquisadas pela comunidade científica, dentre elas: tratamento biológico, no qual microorganismos decompõem os contaminantes, tratamento em dois estágios, utilizando ácido sulfúrico como separador de fases e subsequente eletro-oxidação para o tratamento da fase aquosa.
Prós e contras	13^f (Anastásia): Os resultados trazidos por essa técnica são positivos, como a remoção completa da Demanda Química de Oxigênio (DQO); porém, o processo envolve o uso de reagentes químicos, o que o desfavorece economicamente. 26^f (Anastásia): Os óleos, graxas e a matéria orgânica (M.O) presentes no efluente bruto compõem os chamados “sólidos totais”;² o tratamento de eletrocoagulação/flotação removeu uma grande quantidade desses compostos particulados e dissolvidos no efluente bruto, porém o efluente tratado ainda apresentou um número considerável deles; a esse fato atribuiu-se como possível causa a presença de sais dissolvidos no efluente bruto, dificilmente removidos.
Comparação	6ⁱ (Lena): Este é um dos fatores mais favoráveis, não só por tornar o processo menos oneroso, mas também por não produzir resíduos químicos prejudiciais ao meio ambiente. 6ⁱ (Hina): Porém, o tratamento de eletrocoagulação possui mais vantagens que os métodos mencionados como a simplicidade de equipamentos, facilidade de manipulação, tempo reduzido, ausência de adição de produtos químicos, rápida sedimentação dos flocos eletrogerados e menor produção de lodo.

i = fragmento do texto inicial.

f = fragmento do texto final.

Conforme exemplifica o Quadro 34, verificamos o emprego dos seguintes tipos de estratégias cognitivas na produção textual dos alunos do grupo G2: *elaboração* (relacionar o conteúdo do problema em questão “Qual o melhor método para tratar o efluente do biodiesel?” com o contexto científico, ambiental, econômico, político e social em que o mesmo está inserido) na qual, por exemplo, Jacob aborda um contexto social relacionado à necessidade de outras fontes de energia renováveis (contexto social), e Anastásia relaciona o método com os parâmetros que o influenciam (contexto científico); *organização* (explicita a organização em tópicos como forma de facilitar a visualização e o entendimento das informações mostradas e também para agrupar as informações necessárias para a conclusão de um raciocínio), na qual, por exemplo, Jacob explicita a organização em tópicos dos resíduos removidos, e Lena relata os tratamentos estudados pela comunidade científica e suas características específicas; *apresentação de prós e contras* (apresenta vantagens e desvantagens referentes ao processo de eletrocoagulação/flotação como método de tratamento para o efluente vindo da purificação do biodiesel), na qual, por exemplo, Anastásia apresenta vantagens referente a uma técnica de purificação do biodiesel, mas também aponta as suas desvantagens, uso de reagentes químicos e o não favorecimento econômico, e Anastásia também apresenta a vantagem do processo em relação à remoção de uma quantidade significativa de sólidos totais, porém também relata a desvantagem da presença de tais sólidos no efluente tratado; *comparação* (compara os resultados obtidos pelo processo de eletrocoagulação/flotação com outras técnicas propostas no texto, a eficiência, e a viabilidade econômica e ambiental), na qual, por exemplo, Lena compara o método em relação aos outros, destacando que o mesmo é mais barato e não produz resíduos químicos, e Hina também faz a comparação do método com outros apontando as vantagens do método em questão.

As estratégias cognitivas de questionamento, analogia e hipótese não foram identificadas na análise dos textos dos alunos do G2.

A Figura 34 mostra a frequência do emprego das estratégias cognitivas na produção textual dos alunos.

Figura 34 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G2 na produção dos textos.

Conforme ilustra a Figura 34, todos os alunos mobilizaram estratégias cognitivas de pelo menos dois tipos na produção textual, sendo as estratégias de elaboração e de comparação as mais recorrentes. O uso da estratégia de organização também foi digno de nota, encontrando lugar na produção de três alunos, sendo mais acentuada na de Anastásia. Esta mesma aluna foi também a única a lançar mão da estratégia de prós e contras na sua produção final.

A natureza dos textos a serem produzidos, nos quais os alunos precisavam se posicionar frente a possíveis soluções para um problema apresentado no artigo original de pesquisa estudado, justifica a abundância de estratégias de elaboração e de comparação. Estas são esperadas para a construção de argumentações, nas quais existe o propósito de convencimento de alguém, para que esse tenha a sua opinião ou comportamento alterado. O fato dos alunos terem recorrido a estratégias cognitivas de, pelo menos, dois tipos na elaboração de seus textos fornece indícios sobre a qualidade dos mesmos. Outras estratégias cognitivas, embora não tão alinhadas com a produção de argumentos no formato textual, como questionamento, analogia e hipótese, também poderiam ter sido acionadas pelos alunos.

A análise da Figura 34 permite ainda o estabelecimento de comparações entre a qualidade dos textos argumentativos produzidos pelos alunos antes e após o PPR. É possível observar que Anastásia arregimentou estratégia cognitiva de natureza distinta daquelas inicialmente propostas para a construção do texto final, a estratégia de apresentação de prós e contras, sendo esta bastante pertinente quando na produção de textos argumentativos.

Cabe ainda destacar o fato das frequências das estratégias utilizadas pelos alunos ser crescente em comparação ao texto inicial produzido por eles. Ou seja, verificamos que a somatória das frequências de todas as estratégias no texto final produzido foi maior. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que texto argumentativo final de melhor qualidade foi produzido após o PPR.

5.3.3 Análise global dos argumentos iniciais e finais do G2, G4 e G5

5.3.3.1 Análise estrutural e conceitual dos argumentos

Na perspectiva de analisarmos a qualidade dos argumentos do ponto de vista conceitual, lançamos mão dos diagramas de Toulmin (2001) dos textos iniciais e finais do G2, G4 e G5 (Apêndice O) e estabelecemos relações entre os argumentos neles exibidos e as informações contidas nos artigos originais de pesquisa investigados por cada grupo.

A análise referente ao G2 foi apresentada anteriormente e evidenciou a qualidade dos argumentos dos alunos do ponto de vista conceitual. Seguindo o mesmo procedimento adotado para G2, relações foram estabelecidas entre as informações contidas nos componentes do argumento presentes nos textos dos alunos do G4 e as disponibilizadas pelos autores no artigo original de pesquisa intitulado “Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade” (FROEHNER; LEITHOLD; LIMA JÚNIOR, 2007). Nessa perspectiva, foi possível avaliar a qualidade dos argumentos do ponto de vista conceitual. Os alunos desse grupo visavam convencer o leitor sobre a melhor técnica de caracterização do biodiesel, conforme ilustra o Quadro 7.

O Quadro 35 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como dado nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 (William, Thomas, Daria e Lukas).

Quadro 35 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.

(1) Este fato, além do aumento no consumo e apelos ambientais, gerou uma busca incessante por alternativas para substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis e menos poluidoras. (p. 2016)
(2) Atualmente, o uso de óleos vegetais transformados (transesterificados) tem sido uma alternativa na substituição de combustíveis derivados de petróleo, além de ser uma fonte de grande impacto econômico e social. (p. 2016)
(3) Como pode ser visto a transesterificação de óleos vegetais, refinados ou usados, já é bastante conhecida, todavia o problema maior é a quantificação dos ésteres formados (etil éster ou metil éster, de acordo com o álcool). (p. 2016)
(4) Sem dúvida, a cromatografia é a técnica analítica mais utilizada para esta finalidade, contudo não é uma metodologia rápida e tampouco “popular”. No entanto, misturas contendo o éster do ácido graxo, mono, di e triglicerídeos têm viscosidade e densidade mais altas que o éster puro, sendo que esta diferença é suficiente para quantificar o éster ⁹ . (p. 2016)

Nessa perspectiva, é possível afirmar que os dados indicados pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (3) e (4) no Quadro 35 e nos argumentos apresentados nos textos dos alunos Thomas e William, respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 36 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G4.

Quadro 36 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.

(continua)

(1') Sem dúvida, a cromatografia é a técnica analítica mais utilizada para esta finalidade, contudo não é uma metodologia rápida e tampouco “popular”. (p. 2016)
(2') O objetivo deste trabalho foi demonstrar que a densidade pode ser uma técnica rápida e eficiente na determinação da fração de ésteres etílicos obtidos a partir de óleos vegetais refinados e usados em frituras, e, ainda apresentar a metodologia como alternativa na caracterização do produto preparado em locais em que não se dispõe de métodos analíticos mais rigorosos. (p. 2016)
(3') Desta forma, podemos associar uma destas propriedades físicas com o grau de pureza do óleo biodiesel preparado. (p.2018)

Quadro 36 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.

(conclusão)				
(4') Sendo um método analítico eficiente, rápido e de baixo custo para a determinação da qualidade e pureza do biodiesel. (p.2018)				
(5') No entanto, os resultados mostram que os valores estão muito próximos daqueles obtidos por cromatografia. (p.2019)				
(6') Tabela 5. Comparação do grau de pureza de amostras de biodiesel obtidas por CG e pela densidade a 20 o C				
Amostra	ρ (g/mL)	Fração de Ésteres (%)		
		por cromatografia	por densidade	Erro (%)
1	0,8870	98,21	97,83	-0,39
2	0,8878	96,32	96,61	0,31
3	0,8883	94,65	95,84	1,19
4*	0,8925	90,12	89,41	-0,79
5*	0,8921	90,78	90,02	-0,84
6*	0,8892	94,21	94,46	0,26
*Biodiesel de óleo usado.				
(p.2019)				
(7') O processo de obtenção do biodiesel a partir do óleos vegetais mostrou uma taxa de conversão do óleo acima de $95,2 \pm 1,2\%$ para o óleo refinado e $88,5 \pm 2,4\%$ para o óleo usado. (p.2019)				
(8') (...) os resultados obtidos comprovam a viabilidade técnica do uso de propriedades físicas, como a densidade, para determinar o grau de pureza do biodiesel preparado, adequado para pequenas unidades de produção de biodiesel. (p.2019)				

Assim como observado para os dados, é possível afirmar que as justificativas indicadas pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (2') e (6') no Quadro 36 e nos argumentos apresentados nos textos dos alunos Daria (J1, J2, J5) e Lukas (J1), respectivamente, ilustram a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 37 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como *backing* no argumento final apresentado pelo aluno Thomas do G4.

Quadro 37 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente *backing* no argumento apresentado pelo aluno Thomas do G4 no Apêndice O.

(1'') A viscosidade e a densidade são parâmetros importantes na qualidade do biodiesel e podem ser diretamente relacionadas com a pureza do produto obtido (...). (p. 2018)
(2'') Sendo um método analítico eficiente, rápido e de baixo custo para a determinação da qualidade e pureza do biodiesel. (p.2018)
(3'') A metodologia destaca-se pela simplicidade e também pela precisão. (p. 2019)

Assim como observado para os dados e justificativas, é possível afirmar que os *backings* indicados pelo aluno Thomas se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (1''), (2'') e (3'') no Quadro 37 e no argumento apresentado no texto final do aluno Thomas (B2 e B4) ilustram a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 38 ilustra excertos do artigo do artigo original que foram mencionados no componente identificado como conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G4.

Quadro 38 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G4 no Apêndice O.

(1'')	Sem dúvida, a cromatografia é a técnica analítica mais utilizada para esta finalidade, contudo não é uma metodologia rápida e tampouco “popular”. (p. 2016)
(2'')	No entanto, misturas contendo o éster do ácido graxo, mono, di e triglicerídeos têm viscosidade e densidade mais altas que o éster puro, sendo que esta diferença é suficiente para quantificar o éster ⁹ . (p. 2016)
(3'')	O objetivo deste trabalho foi demonstrar que a densidade pode ser uma técnica rápida e eficiente na determinação da fração de ésteres etílicos obtidos a partir de óleos vegetais refinados e usados em frituras, e, ainda apresentar a metodologia como alternativa na caracterização do produto preparado em locais em que não se dispõe de métodos analíticos mais rigorosos. (p. 2016)
(4'')	Sendo um método analítico eficiente, rápido e de baixo custo para a determinação da qualidade e pureza do biodiesel. (p.2018)
(5'')	No entanto, os resultados mostram que os valores estão muito próximos daqueles obtidos por cromatografia. (p. 2019)
(6'')	Não obstante, os resultados demonstram que a metodologia para se determinar a fração do éster é bastante confiável (...). (p. 2019)
(7'')	É importante destacar que a correlação entre densidade e fração do éster, para a determinação da pureza, é válida somente nos casos em que a fração de éster for maior que 85%, pois em concentrações menores, possíveis interações entre os glicerídios, éster e glicerina podem ocorrer. (p. 2019)
(8'')	O processo de obtenção do biodiesel a partir do óleos vegetais mostrou uma taxa de conversão do óleo acima de $95,2 \pm 1,2\%$ para o óleo refinado e $88,5 \pm 2,4\%$ para o óleo usado. (p.2019)
(9'')	(...) os resultados obtidos comprovam a viabilidade técnica do uso de propriedades físicas, como a densidade, para determinar o grau de pureza do biodiesel preparado, adequado para pequenas unidades de produção de biodiesel. (p.2019)

Assim como observado para os dados, justificativas e *backings*, é possível atestar que as conclusões indicadas pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (7''') e (9''') no Quadro 38 e nos argumentos apresentados nos textos iniciais dos alunos William e Lukas, respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 39 ilustra excertos do artigo do artigo original que foram mencionados no componente identificado como refutação nos argumentos apresentados pelo aluno William.

Quadro 39 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente refutação nos argumentos apresentados pelo aluno William do G4 no Apêndice O.

(1''') No entanto, os resultados mostram que os valores estão muito próximos daqueles obtidos por cromatografia. (p. 2019)
(2''') É importante destacar que a correlação entre densidade e fração do éster, para a determinação da pureza, é válida somente nos casos em que a fração de éster for maior que 85%, pois em concentrações menores, possíveis interações entre os glicerídios, éster e glicerina podem ocorrer. (p. 2019)

Nessa perspectiva, é possível afirmar que a refutação indicada pelo aluno William se pautou em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (1''') e (2''') no Quadro 39 e no argumento apresentado no texto inicial do aluno William exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

Os alunos do G4 buscavam alternativas para solucionar a questão: “Qual a melhor técnica de caracterização do biodiesel?”. A conclusão alcançada foi que a caracterização por densidade é um método alternativo à cromatografia gasosa, tendo em vista a sua viabilidade quando se trata de uma produção de biodiesel em baixa escala. É uma técnica rápida, eficaz, que tem baixo custo, simples, confiável, eficiente, relaciona a estrutura molecular com características físicas do combustível produzido e apresenta resultados muito próximos dos valores obtidos quando se utiliza a técnica de cromatografia gasosa. Diante da discussão realizada anteriormente é possível afirmar que componentes apresentados nos argumentos do G4 estão respaldados em informações presentes no artigo original, o que indica a sua qualidade do ponto de vista conceitual.

Segundo o mesmo procedimento adotado para G2 e G4, relações foram estabelecidas entre as informações contidas nos componentes do argumento presentes nos textos dos alunos do G5 e as disponibilizadas pelos autores no artigo

original de pesquisa intitulado “Utilização de argilas para purificação de biodiesel” (DE PAULA, et al., 2011). Os alunos desse grupo visavam convencer o leitor sobre como fazer a purificação do biodiesel, conforme ilustra o Quadro 7.

O Quadro 40 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como dado nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 (Felix, Maja, Karolina e Livia).

Quadro 40 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente dado nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.

(1) A redução da viscosidade de óleos vegetais para uso como biocombustível em motores de combustão interna pode ser realizada através de diferentes alternativas, tais como diluição, microemulsão com alcoóis, decomposição térmica, craqueamento catalítico e reação de transesterificação com etanol ou metanol. (p.91)
(2) Entre estas alternativas a transesterificação é a melhor escolha, os mono ésteres de ácidos graxos, conhecidos como biodiesel, apresentam características físicas semelhantes às do óleo diesel e podem ser utilizados em motores do ciclo diesel sem nenhuma modificação. ¹ (p.91)
(3) (...) as características de pureza dos ésteres devem atender às especificações dos órgãos reguladores. O biodiesel deve estar isento de impurezas que possam se acumular nos bicos injetores, provocar danos à câmara de combustão ou a outras partes dos motores. (p.91)
(4) O biodiesel deve estar isento de impurezas que possam se acumular nos bicos injetores, provocar danos à câmara de combustão ou a outras partes dos motores. Segundo os fabricantes do sistema de injeção a diesel, o uso de biodiesel de qualidade inferior em motores pode provocar danos em bombas e em todo o sistema que entra em contato com o combustível, por exemplo, quantidades excessivas de glicerina, sabão, água, mono, di e triglicerídeos geram falhas no funcionamento de motores, por favorecer a formação de incrustações, depósitos de sabão e corrosividade. ⁴⁻⁶ (p. 91)
(5) Ao considerar as diversas impurezas no biodiesel, oriundas da matéria-prima ou do processo de transesterificação, fica evidente que, para se obter um biocombustível com qualidade competitiva, algumas características técnicas são imprescindíveis: a reação de transesterificação deve ser completa, acarretando ausência total de ácidos graxos remanescentes e, os ésteres devem ser de alta pureza, contendo apenas traços de glicerina, de catalisador residual ou de álcool. Caso contrário, esses contaminantes podem alterar as propriedades físicas e químicas do biodiesel, tornando-o impróprio para a utilização em motores do ciclo diesel. ⁹ (p. 91)
(6) A purificação do biodiesel empregando-se a lavagem com água apresenta muitas desvantagens, entretanto, é o método mais utilizado pelas indústrias, devido à carência de alternativas viáveis. No processo são utilizadas grandes quantidades de água, havendo possibilidade de formação de emulsões estáveis. ⁸ A geração de efluentes e seu tratamento oneram o produto final e comprometem a viabilidade econômica, pois, apesar da baixa toxicidade, o efluente não pode ser descartado sem tratamento. (p. 91)

Nessa perspectiva, é possível afirmar que os dados indicados pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (3) e (6) no Quadro 40 e nos argumentos apresentados nos textos inicial e final da aluna Karolina, respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 41 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G5.

Quadro 41 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.

(1') A purificação do biodiesel empregando-se a lavagem com água apresenta muitas desvantagens, entretanto, é o método mais utilizado pelas indústrias, devido à carência de alternativas viáveis. (p. 91)
(2') (...) o efluente não pode ser descartado sem tratamento. (p. 91)
(3') Uma alternativa para amenizar esses problemas é realizar a purificação por adsorção (lavagem a seco), utilizando bauxita e argilas aluminosas e lateritos, ¹⁰ ou resina de troca iônica que, segundo Berrios e colaboradores, ¹⁰ torna a operação de purificação mais rápida. A bauxita e as argilas industriais são utilizadas em grande escala em processos químicos, onde se destacam a bentonita, terra fuller, atapulgita, entre outras. ^{10,11} (p. 91-92)
(4') Com a utilização da purificação seca há eliminação dos custos referentes à secagem do biodiesel e ao tratamento de efluentes gerados, minimizando o passivo ambiental ¹⁰ e, ainda, com a possibilidade de reutilização do material, após reativação. (p.92)
(5') A quantidade de sabão nos ésteres antes da purificação foi superior a 1%, mas diminuiu significativamente após os tratamentos, tendo a maior redução ocorrido com o processo a seco, Figura 3(B). Nas condições dos experimentos, a bentonita removeu 100% do sabão formado (...). (p. 94)
(6') (...) no método de purificação com bauxita e atapulgita ativadas e bentonita in natura usando 3% em relação ao volume de biodiesel, observou-se que a bauxita se destacou na remoção de glicerina livre e todos os adsorventes na remoção de sabão, principalmente a bentonita. (p. 95)
(7') A purificação a seco é uma alternativa viável para biodiesel, considerando os aspectos econômico e ambiental, tendo em vista o baixo custo das argilas brasileiras, por exemplo, a bentonita custa em torno de 150 dólares a tonelada e, ainda, apresenta a possibilidade de reutilização no processo após reativação. (p. 95)

Assim como observado para os dados, é possível afirmar que as justificativas indicadas pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (4') e (7') e nos argumentos apresentados nos textos dos alunos Felix (J2) e Karolina (J3), respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 42 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como justificativa nos argumentos apresentados pelos alunos do G5.

Quadro 42 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente *backing* nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.

(1'') (...) o efluente não pode ser descartado sem tratamento. (p. 91)
(2'') Com a utilização da purificação seca há eliminação dos custos referentes à secagem do biodiesel e ao tratamento de efluentes gerados, minimizando o passivo ambiental ¹⁰ e, ainda, com a possibilidade de reutilização do material, após reativação. (p.92)
(3'') A purificação a seco é uma alternativa viável para biodiesel, considerando os aspectos econômico e ambiental, tendo em vista o baixo custo das argilas brasileiras, por exemplo, a bentonita custa em torno de 150 dólares a tonelada e, ainda, apresenta a possibilidade de reutilização no processo após reativação. (p. 95)

Assim como observado para os dados e justificativas, é possível afirmar que os *backings* indicados pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (1''), (2'') e (3'') e nos argumentos apresentados nos textos final e inicial e final dos alunos Lívia (B2), Karolina (B2, B3, B4 e B5) e Felix (B6), respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

O Quadro 43 ilustra excertos do artigo original que foram mencionados no componente identificado como conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G5.

Quadro 43 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.

(continua)

(1''') O biodiesel deve estar isento de impurezas que possam se acumular nos bicos injetores, provocar danos à câmara de combustão ou a outras partes dos motores. Segundo os fabricantes do sistema de injeção a diesel, o uso de biodiesel de qualidade inferior em motores pode provocar danos em bombas e em todo o sistema que entra em contato com o combustível, por exemplo, quantidades excessivas de glicerina, sabão, água, mono, di e triglicerídeos geram falhas no funcionamento de motores, por favorecer a formação de incrustações, depósitos de sabão e corrosividade. ⁴⁻⁶ Geralmente, as impurezas constituem-se da presença de materiais insaponificáveis existentes na própria matéria-prima (tocoferóis, esteróis, hidrocarbonetos, alcoóis e produtos de degradação), ⁷ resíduos de catalisadores, além de contaminantes como glicerina, mono, di e triglicerídeos, água emulsificada ou álcool excedente da reação. Em se tratando de óleos residuais de frituras de alimentos, como matéria-prima para biodiesel, existe a presença de compostos polares, dímeros, ácidos graxos livres, mono e di-glicerídeos, oriundos da termoxidação. (p. 91)
(2''') A purificação do biodiesel empregando-se a lavagem com água apresenta muitas desvantagens, entretanto, é o método mais utilizado pelas indústrias, devido à carência de alternativas viáveis. (p. 91)
(3''') Uma alternativa para amenizar esses problemas é realizar a purificação por adsorção (lavagem a seco), utilizando bauxita e argilas (...). (p. 91)

Quadro 43 - Excertos do artigo original que respaldam informações presentes no componente conclusão nos argumentos apresentados pelos alunos do G5 no Apêndice O.

(conclusão)
(4'') A remoção dos teores de contaminação total e da glicerina livre do biodiesel bruto foi significativa usando todos os métodos de purificação, Figura 2. No entanto, os tratamentos por adsorção com a bentonita e por destilação foram mais eficazes, Figura 2 (E e G). (p. 94)
(5'') (...) mostrou que a lavagem dos ésteres com água quente apresentou resultado significativo na remoção das impurezas estabelecidas nessa avaliação: material insaponificável, contaminação total, teores de glicerina livre e de sabão. (p. 95)
(6'') Na avaliação de fração destilada, observou-se que os melhores resultados foram obtidos na remoção da contaminação total. (p. 95)
(7'') A purificação a seco é uma alternativa viável para biodiesel, considerando os aspectos econômico e ambiental, tendo em vista o baixo custo das argilas brasileiras, por exemplo, a bentonita custa em torno de 150 dólares a tonelada e, ainda, apresenta a possibilidade de reutilização no processo após reativação. (p. 95)

Assim como observado para os dados, justificativas e *backings*, é possível afirmar que as conclusões indicadas pelos alunos se pautaram em informações que encontram respaldo na comunidade científica e apresentam qualidade conceitual adequada.

A contraposição das informações existente nos excertos (3'') e (6'') no Quadro 43 e nos argumentos apresentados nos textos dos alunos Karolina e Maja, respectivamente, exemplifica a pertinência da afirmativa anterior.

Os alunos do G5 buscavam alternativas para solucionar a questão: “Como fazer a purificação do biodiesel?”. A conclusão alcançada foi que o uso de argilas brasileiras é um método alternativo para a purificação do biodiesel, uma vez que elimina os custos com secagem do biodiesel e com tratamento de efluentes gerados, há possibilidade de reutilizar a argila após reativação, é uma alternativa mais correta econômica e ambientalmente. Ademais, as argilas brasileiras têm baixo custo, tornam a purificação mais rápida, são encontradas abundantemente, possuem valor de comércio reduzido frente às resinas sintéticas, são empregadas com grande eficiência em processos químicos industriais, os minerais que as constituem são de fácil obtenção em território nacional e são utilizadas como adsorventes em processo de lavagem a seco. Diante da discussão realizada anteriormente, é possível afirmar que componentes apresentados nos argumentos do G5 estão respaldados em informações presentes no artigo original, o que indica a sua qualidade do ponto de vista conceitual.

Com relação à qualidade estrutural dos argumentos apresentados pelos alunos, esta foi analisada com base na metodologia de Erduran et al., (2004), adaptada por Sá, Kasehboemer e Queiroz (2014). Conforme mencionado anteriormente, estes autores assumem que argumentos que possuem uma mesma combinação, porém, maior quantidade de justificativas e *backings*, são mais complexos e, portanto, de melhor qualidade. Sob essa nova ótica, foi possível concluir que todos os membros de G2 produziram textos finais de melhor qualidade estrutural do que os textos iniciais (Figura 31).

A Figura 35 apresenta a frequência de justificativas e de justificativas acompanhadas de *backings* identificadas em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos alunos do G4.

Figura 35 - Justificativas e *backings* empregados nos argumentos iniciais e finais dos alunos do G4.

Verificamos que apenas os alunos Willian e Daria apresentaram uma frequência menor de justificativas no texto final, portanto estes se caracterizaram como de qualidade inferior. Já os alunos Thomas e Lukas apresentaram os textos finais de melhor qualidade que os textos iniciais. Assim, foi possível concluir que metade dos membros de G4 produziram textos finais de melhor qualidade estrutural do que os textos iniciais.

A Figura 36 apresenta a frequência de justificativas e de justificativas acompanhadas de *backings* identificadas em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos alunos do G5.

Figura 36 - Justificativas e *backings* empregados nos argumentos iniciais e finais dos alunos do G5.

Verificamos que todos os membros de G5 produziram textos finais de melhor qualidade estrutural do que os textos iniciais.

Assim, fica evidente que dos doze membros dos grupos G2, G4 e G5, dez produziram textos finais de melhor qualidade estrutural do que os textos iniciais.

5.3.3.2 Análise global dos argumentos do G2, G4 e G5, segundo o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010)

Conforme mencionado anteriormente, a qualidade dos argumentos nos textos iniciais e finais dos alunos do G2, G4 e G5 foi também avaliada com base no Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas de Sá (2010).

A análise referente ao G2 foi apresentada anteriormente e evidenciou que os textos argumentativos finais dos alunos apresentaram melhor qualidade do que os iniciais.

A Figura 37 ilustra os resultados da análise, referente à primeira perspectiva do Modelo de Sá (2010) dos textos produzidos pelos alunos do G4.

Figura 37 - Natureza dos critérios considerados pelos alunos do G4 na produção dos argumentos.

Argumentos de natureza científica foram os mais empregados por todos os alunos do G4, seguidos de argumentos de natureza econômica e ambiental. Assim como observado para o G2, esse resultado não é surpreendente uma vez que enunciados científicos são abundantes no artigo original de pesquisa que fundamentou a produção textual dos alunos. Os argumentos de natureza econômica e ambiental também foram empregados por todos os alunos com o objetivo de persuadir o leitor sobre a melhor técnica de caracterização do biodiesel. O que é pertinente, uma vez que a tomada de decisão quanto a melhor técnica de caracterização do biocombustível está estreitamente relacionada com a sua viabilidade financeira e o impacto ambiental que promove.

Argumentos de natureza social também foram empregados por todos os alunos e se mostraram atrelados aos argumentos de natureza ambiental. Em contraponto, apenas dois alunos apresentaram argumentos de natureza política e histórica.

A análise da Figura 37 permite ainda o estabelecimento de comparações entre a qualidade dos textos argumentativos produzidos pelos alunos do G4 antes e após o PPR. É possível observar que todos os integrantes do grupo, no que diz

respeito à natureza científica, e três integrantes, no que se refere às naturezas econômica e ambiental, fizeram uso de um maior número de unidades de análise (frases) na construção do texto final. Uma das alunas, por sua vez, arregimentou argumentos de natureza distinta daqueles inicialmente propostos para a construção do texto final, a qual conferiu ao texto natureza histórica. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

A Figura 38 ilustra os resultados da análise referente à segunda perspectiva do Modelo de Sá (2010) dos textos produzidos pelos alunos do G4.

Figura 38 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G4 na produção dos textos.

Conforme ilustra a Figura 38, quatro tipos de fontes de evidências de autoridade foram empregados pelos alunos do G4: especialista (todos os integrantes); instituição (dois integrantes); artigos de revistas (dois integrantes) e artigo original de pesquisa (todos os integrantes). Verificamos que todos os alunos incluíram fontes de evidências nos textos iniciais, mas nos textos finais tal prática foi acentuada, com destaque para o emprego do texto original de pesquisa estudado pelo grupo. Assim, é possível assegurar que todos os alunos privilegiaram este tipo

de documento, que goza de alta credibilidade dentro da comunidade científica, como fonte de evidência para a construção do texto final. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

A Figura 39 ilustra os resultados da análise referente à terceira perspectiva do Modelo de Sá (2010) dos textos produzidos pelos alunos do G4.

Figura 39 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G4 na produção dos textos.

Conforme ilustra a Figura 39, todos os alunos do G4 mobilizaram estratégias cognitivas de pelo menos dois tipos na produção textual, sendo as estratégias de elaboração e comparação as mais recorrentes. É digno de nota o uso das estratégias de organização e prós e contras, encontrando lugar na produção do texto inicial de dois alunos e final de três alunos.

A natureza dos textos a serem produzidos, nos quais os alunos precisavam se posicionar frente a possíveis soluções para um problema apresentado no artigo original de pesquisa estudado, justifica a abundância de estratégias de elaboração e de comparação.

A análise da Figura 39 permite ainda o estabelecimento de comparações entre a qualidade dos textos argumentativos produzidos pelos alunos antes e após o PPR. Cabe destacar o fato das frequências das estratégias utilizadas pelos alunos

ser crescente em comparação ao texto inicial. Ou seja, verificamos que a somatória das frequências de todas as estratégias no texto final produzido foi maior que no texto inicial. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que o texto argumentativo final produzido foi de melhor qualidade que o inicial.

A Figura 40 ilustra os resultados da análise completa, referente à primeira perspectiva do Modelo de Sá (2010), dos textos produzidos pelos alunos do G5.

Figura 40 - Natureza dos critérios considerados pelos alunos do G5 na produção dos argumentos.

Argumentos de natureza científica foram os mais empregados por todos os alunos do G5. Esse resultado encontra-se alinhado com o observado para as produções textuais dos membros dos demais grupos pelas mesmas razões explicitadas anteriormente. Todos os alunos empregaram também argumentos de natureza econômica e ambiental, uma vez que pretendiam convencer o leitor sobre a melhor maneira de fazer a purificação do biodiesel, sendo o tratamento dos seus efluentes um fator importante para a viabilidade econômica do processo. Em contraponto, apenas dois alunos apresentaram argumentos de natureza política e histórica em seu texto final.

A análise da Figura 40 permite ainda o estabelecimento de comparações entre a qualidade dos textos argumentativos produzidos pelos alunos do G5 antes e após o PPR. É possível observar que todos os integrantes do grupo, no que diz respeito às naturezas ambiental, científica e econômica fizeram uso de um maior número de unidades de análise (frases) na construção do texto final, o que, guardadas as devidas proporções, confere mais robustez ao texto argumentativo. Duas alunas arregimentaram argumentos de natureza distinta daqueles inicialmente propostos para a construção do texto inicial as quais, respectivamente, conferiram ao texto natureza ambiental, histórica e política. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

A Figura 41 ilustra os resultados da análise, referente à segunda perspectiva do Modelo de Sá (2010) dos textos produzidos pelos alunos do G5.

Figura 41 - Fontes de evidências empregadas pelos alunos do G5 na produção dos textos.

Conforme ilustra a Figura 41, três tipos de fontes de evidências de autoridade, especialista, instituição e artigo original de pesquisa, foram empregados pelos alunos do G5. Verificamos que todos os alunos incluíram fontes de evidências nos

textos iniciais, mas nos textos finais tal prática foi acentuada, com destaque para o emprego do texto original de pesquisa estudado pelo grupo. Assim, é possível afirmar que todos os alunos desse grupo, assim como dos demais, privilegiam este tipo de documento. Dois alunos ainda lançaram mão, em seu texto final, das fontes de evidência do tipo instituição e especialista. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

A Figura 42 ilustra os resultados da análise, referente à terceira perspectiva do Modelo de Sá (2010) dos textos produzidos pelos alunos do G5.

Figura 42 - Estratégias de aprendizagem empregadas pelos alunos do G5 na produção dos textos.

Conforme ilustra a Figura 42, todos os alunos do G5 mobilizaram estratégias cognitivas de pelo menos três tipos na produção textual, sendo as estratégias de elaboração e comparação as mais recorrentes. A estratégia elaboração foi empregada por três alunos no texto inicial e por todos no texto final. No que concerne ao uso das estratégias de organização, esta encontrou lugar na produção do texto inicial de três alunos e no texto final de todos eles. A natureza dos textos a

ser produzidos, nos quais os alunos precisavam se posicionar frente a possíveis soluções para um problema apresentado no artigo original de pesquisa estudado, justifica a abundância de estratégias de elaboração e de comparação.

A análise da Figura 42 permite ainda o estabelecimento de comparações entre a qualidade dos textos argumentativos produzidos pelos alunos antes e após o PPR. Cabe ainda destacar o fato das frequências das estratégias utilizadas pelos alunos ser crescente em comparação ao texto inicial produzido por eles. Ou seja, verificamos que a somatória das frequências de todas as estratégias no texto final produzido foi maior. Tais constatações oferecem subsídios para que se possa afirmar que textos argumentativos finais de melhor qualidade foram produzidos após o PPR.

5.3.4 Considerações sobre os argumentos nos textos iniciais e finais produzidos no PPR

A discussão dos dados apresentados no presente tópico indica que a combinação dos componentes do TAP observada com maior frequência na constituição dos argumentos produzidos pelos alunos foi a do tipo CDJ (treze ocorrências). Esta traz em seu bojo apenas os elementos essenciais do argumento (TOULMIN, 2001) e, embora tenha sido empregada por todos os grupos, foi mais recorrente nas produções textuais do G4, no qual seis, dentre as oito produções textuais, apresentam apenas a referida combinação. A segunda combinação mais verificada foi a do tipo CDJB (oito ocorrências), que apresenta, além dos componentes essenciais do argumento, o elemento adicional denominado *backing*, que serve de suporte para justificativas. Esta combinação também foi empregada por todos os grupos, com maior recorrência nas produções textuais do G5, no qual cinco, dentre as oito produções textuais, apresenta a referida combinação. A segunda combinação de quatro componentes foi a CDJR, identificada uma única vez na produção textual de um membro do G4, que adicionou uma refutação ao seu argumento. A combinação mais complexa identificada, de acordo com a metodologia empregada, foi a CDJBR, verificada duas vezes na produção textual de um membro do G2. Nenhum tipo de qualificador foi localizado nos textos dos alunos.

Mecanismos que auxiliem na determinação da qualidade de argumentos são buscados por vários pesquisadores (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015).

Existem, por exemplo, aqueles que apresentam considerações em relação ao desenvolvimento da argumentação baseadas na utilização de pré-testes e pós-testes idênticos (FELTON, 2004) e os que estabelecem níveis de sofisticação, tomando como pressuposto as evidências oferecidas pelos sujeitos, para determinar a qualidade dos seus argumentos (MALONEY; SIMON, 2006). Foi também nessa perspectiva que desenvolvemos o presente trabalho, uma vez que um dos nossos objetivos consistiu em verificar a qualidade dos argumentos dos alunos quando submetidos a diferentes situações de ensino: antes e após a sua participação no PPR. Para tanto, analisamos os argumentos produzidos nos textos iniciais e finais.

A análise estrutural dos argumentos, realizada sob o ponto de vista das adaptações feitas à metodologia de Erduran et al. (2004) por Sá et al. (2014), mostrou que os textos finais de apenas dois, dentre os doze sujeitos da pesquisa, não apresentaram argumentos de melhor qualidade frente aos iniciais. Em contraponto, a qualidade conceitual adequada de todos eles, iniciais e finais, foi constatada, uma vez que grande parte das informações arregimentadas na sua elaboração é oriunda do artigo estudado por cada grupo. Esta constatação torna compreensível o fato de critérios de natureza científica terem sido privilegiados na construção dos argumentos nos textos de todos os alunos dos grupos analisados.

Ainda com relação à natureza dos critérios empregados pelos alunos, esta foi diversificada em todos os textos e dependente da abordagem adotada no artigo em estudo. Este resultado é consistente com aquele obtido por Sá (2010) ao realizar atividade envolvendo a resolução de casos investigativos de caráter sociocientífico. No referido trabalho, argumentos de distintas naturezas também foram considerados pelos alunos na resolução dos casos, de acordo com os aspectos mais fortemente envolvidos no problema em questão. Ademais, a grande maioria dos alunos fez uso de um maior número de frases (unidades de análise) na construção do argumento final e todos eles recorreram a critérios de, pelo menos, três naturezas na elaboração dos seus argumentos. O que sugere uma abordagem interdisciplinar do problema posto no artigo estudado, sendo esta potencialmente promissora no que tange à construção de argumentos e de um conhecimento mais sólido sobre os mais diferentes assuntos (THIESEN, 2008)

Todos os alunos lançaram mão de fontes de evidências de autoridade na construção dos argumentos, com destaque para o próprio artigo em estudo. É também digno de nota o fato da prática de inserção de tais fontes ter se fortalecido

na elaboração dos textos finais, frente aos iniciais, em todos os grupos. Dentre as estratégias cognitivas acionadas na construção dos textos destaca-se a frequência significativa do uso da elaboração, comparação e organização, as quais são também mais recorrentes nos textos finais, frente aos iniciais, de todos os alunos.

Tendo em vista o exposto, é pertinente afirmar que a qualidade dos textos argumentativos iniciais foi substancialmente aprimorada frente aos textos argumentativos iniciais. O que fortalece a ideia amplamente disseminada sobre apropriação do PPR como recurso capaz de promover a melhoria da escrita científica, com destaque para a redação de relatórios de laboratório, no caso do ensino de química (COLE et al., 2013; CARR, 2013; GRAGSON; HAGEN, 2010). Cabe, contudo, destacar que poucos estudos exploram a potencialidade do PPR no aprimoramento da escrita de cunho argumentativo (BIROL et al., 2013; WALKER; SAMPSON, 2013; CARR, 2013; GRAGSON; HAGEN, 2010). Nessa perspectiva, o presente trabalho contribui para o progresso das discussões sobre a produção de textos dessa natureza e enseja ainda a realização de novas investigações sobre a temática. Investigações estas que possam, por exemplo, vir a estabelecer relações entre o grau de aceitação de sugestões presentes nos *feedbacks* fornecidos pelos pares e a produção de textos argumentativos de melhor qualidade.

5.4 Avaliação dos alunos frente ao PPR

Conforme mencionado anteriormente, uma vez concluído o PPR, os alunos avaliaram o processo qualitativamente, a partir da produção de um texto em gênero livre e da colocação verbal das suas impressões em sala de aula, com indicação das vantagens e desvantagens do PPR. A partir da leitura dos referidos textos e das colocações dos alunos, o professor elaborou e aplicou um questionário que utiliza escala tipo *Likert*. O questionário, respondido de forma anônima por dezessete alunos que participaram de todas as atividades do PPR, continha 25 afirmações, divididas em quatro blocos (Apêndice K). Após a apresentação de respostas a cada uma delas, os alunos foram solicitados a escolher dois blocos e apresentar comentários quanto aos posicionamentos adotados na escolha das alternativas. Nem todos eles seguiram essa recomendação, tendo sido tecidos comentários sobre apenas um bloco por alguns alunos. Dentre os 33 comentários realizados, três se

referem ao primeiro bloco e quatro ao terceiro bloco. O segundo e o quarto bloco foram alvo de maior número de comentários, quinze e onze, respectivamente.

5.4.1 Primeiro bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR

O primeiro bloco, constituído de seis afirmações, ilustradas a seguir, trata de benefícios à formação do aluno provenientes da participação no PPR:

1. *A participação no PPR aperfeiçoou a minha habilidade de escrita (atendimento à norma culta da língua portuguesa, organização de ideias no texto etc).*
2. *A participação no PPR aperfeiçoou a minha habilidade de argumentação.*
3. *A participação no PPR aperfeiçoou o meu senso crítico/pensamento crítico.*
4. *A participação no PPR aperfeiçoou o meu entendimento sobre a temática “biodiesel”.*
5. *A participação no PPR aperfeiçoou o meu conhecimento sobre o processo de avaliação por pares (= PPR) que ocorre na comunidade científica (quando pesquisadores avaliam um artigo original de pesquisa), discutido anteriormente na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I.*
6. *A participação no PPR aperfeiçoou a minha habilidade de lidar de forma construtiva com críticas referentes ao meu trabalho (no caso do PPR, minha produção escrita).*

A frequência das respostas aos blocos de afirmações, expressa em escala *Likert* de cinco pontos (Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D), Discordo Fortemente (DF)), foi quantificada e analisada. Na Figura 43 é apresentada a quantificação da frequência das respostas para o primeiro bloco, em porcentagem. O eixo x corresponde à numeração das afirmações citadas e o eixo y corresponde à frequência de respostas dadas pelos alunos. A mesma representação foi adotada nas demais Figuras presentes neste tópico.

Figura 43 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF = Concordo Fortemente, C = Concordo, I = Indeciso, D = Discordo e DF = Discordo Fortemente).

No que diz respeito à afirmação 1, um único estudante dela discordou, enquanto os demais, 94,12% (somatório das respostas CF e C), indicaram ter aprimorado a escrita a partir da participação no PPR. Um dos comentários sobre o primeiro bloco de afirmações refere-se a essa questão:

“Desenvolver um bom texto requer várias habilidades específicas, portanto eu concordo que a atividade que fizemos criou e aprimorou conhecimento em relação à boa escrita.”

Os resultados obtidos corroboram com os observados por outros autores (KOPROWSKI, 1997; KROEN, 2004; WALVOORD et al., 2008). Kokkala e Gessell (2002), por exemplo, adotaram PPR no qual estudantes de biologia e de inglês atuaram, respectivamente, como autores de textos de caráter científico e como membros do corpo editorial de uma revista. Os textos foram lidos e comentados pelos alunos de inglês e, posteriormente, corrigidos e resubmetidos pelos alunos de biologia para atribuição de nota. Nessa perspectiva, a qualidade da escrita nos textos finais superou a dos iniciais. Cabe ainda destacar que existem relatos na literatura sobre a melhor qualidade dos textos produzidos pelos alunos a partir dos comentários dos colegas frente aos produzidos a partir apenas dos comentários do

professor (KOPROWSKI, 1997), indicando a pertinência do processo no aperfeiçoamento da escrita científica.

Todos os alunos expressaram concordância frente às afirmações 2 e 3, (100%, somatório das respostas CF e C), que tratavam, respectivamente, das habilidades de argumentação e pensamento crítico. De fato, são recorrentes na literatura estudos que enfatizam o potencial do PPR para o seu desenvolvimento. Tuten e Temesvari (2013), por exemplo, relataram a realização de curso de jornalismo científico no qual os alunos redigiram artigos de divulgação científica (produzidos a partir da leitura de artigos originais de pesquisa e de outras fontes) que foram avaliados pelos pares. O desenvolvimento do senso crítico na avaliação de conceitos e ideias e o de posições, defendidas de forma lógica e com base em evidências, foram destacados pelos alunos ao final do processo. O mesmo foi verificado na avaliação da atividade discutida nesta tese, conforme ilustra o comentário a seguir, que é continuação do comentário anterior:

“Por exemplo, a participação no PPR aperfeiçoou meu senso/pensamento crítico, que considero uma das melhores consequências da atividade.”

Birol et al. (2013), por sua vez, investigaram o impacto de atividades didáticas pautadas no PPR, desenvolvidas em disciplina introdutória de curso de nível superior, no desenvolvimento de habilidade de escrita científica e de argumentação dos alunos. Para tanto, observaram as notas por eles obtidas durante o período letivo, referentes à produção de textos, com base em critérios voltados especificamente a esses dois aspectos. Walker et al. (2012) também associaram as suas questões de pesquisa ao desenvolvimento da habilidade de argumentação por parte de estudantes de graduação em química, a partir da aplicação de modelo instrucional denominado Investigação Dirigida à Argumentação, que incorpora a avaliação por pares.

As respostas dos alunos foram totalmente favoráveis (100%, somatório das respostas CF e C) às afirmações 4 e 5. Estas tratavam, respectivamente, do conhecimento sobre a temática em foco e sobre o funcionamento do PPR em si. Cabe destacar que a afirmação 4 foi a que obteve maior porcentagem de respostas do tipo CF por parte dos alunos (94,12%), dentre todas as avaliadas no questionário. O que indica o potencial do PPR na aquisição de compreensão sobre conteúdos de

caráter científico, conforme sugerido por outros autores (FOOTE; FITZPATRICK, 2004; FELZIEN; COOPER, 2005; MORAN; VAN HOOK, 2006). O segundo comentário feito ao segundo bloco de afirmações refere-se justamente a essa questão:

“Sobre os benefícios à formação do aluno, em relação à temática, especificamente, acredito que tais atividade enriquecem o conhecimento dos alunos sobre tal temática, ao ler artigos e realizar apresentações sobre.”

No que diz respeito à afirmação 5, o conhecimento dos mecanismos e valores envolvidos no PPR é de grande valia, pois propicia aos alunos uma experiência “profissional” que, além de possibilitar o aperfeiçoamento das habilidades anteriormente discutidas, também melhora o entendimento sobre a natureza da ciência (KOPROWSKI, 1997; MORAN; VAN HOOK, 2006). Nesse contexto, Moran e Van Hook (2006) relatam a aplicação de atividade de avaliação por pares em disciplina introdutória do curso de graduação em física visando principalmente à compreensão sobre os aspectos inerentes à construção do conhecimento científico.

Conforme mencionado anteriormente, os alunos que se constituíram em sujeitos dessa pesquisa já conheciam o PPR do ponto de vista teórico, uma vez que haviam cursado a disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I, na qual o assunto é tratado. A vivência do processo em si, seguramente, também contribuiu para o grande número de indicações de concordância à referida afirmação.

Quanto ao aprimoramento da habilidade de lidar de forma construtiva com críticas referentes à produção escrita em avaliação, um único estudante se mostrou indeciso com relação a esse aspecto, mencionado na afirmação 6. O resultado é digno de nota, pois lidar com críticas referentes ao próprio trabalho é tarefa árdua. De fato, autores como Henderson e Busing (2000) e Kokkala e Gessell (2002) relatam a relutância dos alunos envolvidos em PPR em aceitar críticas dos seus pares, o que gera reclamações sobre o teor dos pareceres recebidos. Em contraponto, Reynolds e Vogel (2007) advogam que um dos maiores benefícios do processo é justamente o desenvolvimento da percepção dos estudantes de que se beneficiam ao trabalhar com as avaliações, positivas ou negativas, emitidas pelos colegas.

5.4.2 Segundo bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR

O segundo bloco, constituído de sete afirmações ilustradas a seguir, trata do papel do avaliador no PPR:

7. *Todas as sugestões e comentários feitos pelos meus colegas avaliadores contribuíram positivamente para o aprimoramento do texto argumentativo que produzi.*
8. *Todas as sugestões feitas pelos meus colegas avaliadores foram atendidas por mim no texto argumentativo final que produzi.*
9. *Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente na minha produção do texto argumentativo por indicarem possíveis melhorias quanto ao atendimento da norma culta da língua portuguesa.*
10. *Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente na minha produção do texto argumentativo por indicarem possíveis melhorias quanto à organização do texto.*
11. *Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente na minha produção do texto argumentativo por indicarem possíveis melhorias quanto à clareza na discussão/apresentação de conteúdos científicos referentes à temática “biodiesel”.*
12. *Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores favoreceram o desenvolvimento do meu senso crítico/pensamento crítico.*
13. *Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente para o meu entendimento sobre assuntos referentes à temática “biodiesel”.*

Na Figura 44 é apresentada a quantificação da frequência das respostas ao segundo bloco de afirmações, em porcentagem.

Figura 44 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF= Concordo Fortemente, C= Concordo, I = Indeciso, D= Discordo e DF= Discordo Fortemente).

O segundo bloco de afirmações foi alvo do maior número de comentários. As respostas dadas à afirmação 7 mostram que 64,71% (somatório das respostas CF e C) dos alunos consideraram que as sugestões feitas pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente para o aprimoramento do texto produzido. O comentário, a seguir, expressa esse tipo de percepção:

“Sobre o papel do avaliador no PPR: tive muito bons avaliadores durante as atividades o que me ajudou muito a melhorar cada vez mais meu texto. Considero que a dedicação de quem corrigiu e comentou foi fundamental para que eu conseguisse um bom texto ao final.”

Um total de 23,53% dos alunos discordou da afirmação 7, enquanto 11,76% ficaram indecisos. As justificativas apresentadas para tanto se pautam nos seguintes aspectos: emissão de pareceres vagos e/ou confusos sobre o texto em avaliação; entendimento de que as sugestões oferecidas pelos avaliadores não eram pertinentes ou estavam equivocadas. Os trechos, a seguir, são ilustrativos de tais percepções:

“Sobre o papel do avaliador: em tese, o papel do avaliador é importante para o processo e deve apresentar uma contribuição positiva para este. Entretanto, os avaliadores que estavam revendo meus textos não foram críticos e precisos em relação ao que eu

poderia melhorar no meu texto, realizando comentários vagos e confusos. Desta forma, o avaliador não teve contribuição positiva para mim.”

“Eu achei que poderia ter sido mais forte a atuação dos avaliadores, (pelo menos os que eu peguei) quanto a questão de criticar de maneira mais profunda os textos”

“Com relação ao segundo bloco, sobre o papel do avaliador, desejo esclarecer que algumas críticas feitas por meus avaliadores não foram levadas em conta pois considerei que eu estava correto e que não havia sentido no que a pessoa disse.”

No que diz respeito à afirmação 8, 58,81% (somatório das respostas CF e C) dos alunos indicaram que todas as sugestões feitas pelos colegas avaliadores foram por eles atendidas, enquanto 11,76% se declararam indecisos frente à afirmação e 29,41% discordaram da mesma. Esse resultado é coerente com o obtido com relação à afirmação 7, uma vez que 35,29% dos alunos não julgaram positivas todas as contribuições dos colegas para o aperfeiçoamento dos seus textos. Os trechos, a seguir, expressam justificativas para o não atendimento de todas as sugestões feitas pelos avaliadores:

“Nem sempre é possível atender a todos os comentários dos avaliadores no final (item 8), já que é uma avaliação, de certa forma, subjetiva, logo as opiniões podem divergir muito em um mesmo ponto, ou até mesmo serem antagônicas, então a opinião que é levada em conta é a que mais lhe convém.”

“Sobre o papel do avaliador no PPR ficou complicado avaliar num todo, pois as opiniões durante o processo de Peer Review foram bem distintas, enquanto algumas elogiavam o texto, outras só criticavam, além de tomar uma decisão para avaliação, ficou complicado saber o que corrigir no texto.”

“Apesar de não levar em consideração todas as críticas, o fato de ter conhecimento do que pode ser aprimorado no texto ou do que ficou mal explicado e outras coisas mais é bem significativo e reconfortante ter o maior número de críticas possível, tanto positivas quanto negativas.”

As percepções apresentadas pelos sujeitos da pesquisa frente ao papel do avaliador estão alinhadas com aquelas reportadas na literatura. Koprowski (1997), por exemplo, ao aplicar questionário de avaliação do PPR realizado em disciplina de comunicação científica verificou que mais de 50% dos alunos não consideraram

proveitosos as sugestões e comentários feitos pelos colegas comparados com as feitas pelo professor.

Shane (2008) também aplicou questionário de avaliação sobre o PPR realizado em disciplina de jornalismo científico e observou que muitos estudantes afirmaram ter recebido comentários não construtivos sobre o texto em análise. O autor acredita que o fato pode ser atribuído ao desconforto de alguns avaliadores frente à tarefa de criticar os textos em questão, assim como à ausência de conhecimentos para tanto. Nessa perspectiva, aponta para a relevância dos textos serem analisados por dois avaliadores, de forma que os alunos tenham uma maior chance de receber pelo menos uma avaliação consistente a respeito da sua produção escrita.

A grande maioria dos alunos (82,35%, somatório das respostas CF e C) concordou que o papel do avaliador no PPR contribuiu para o aperfeiçoamento do texto produzido no que diz respeito ao atendimento da norma culta da língua portuguesa (afirmação 9) e à sua organização (88,23%, somatório das respostas CF e C), afirmação 10. Em contraponto, ocorreu a concordância de apenas 47,05% dos alunos (somatório das respostas CF e C) frente à afirmação 11, que se relaciona com a indicação de melhorias no texto por parte dos avaliadores quanto à clareza na discussão/apresentação de conteúdos científicos referentes à temática biodiesel. O trecho, a seguir, se vincula estreitamente com o resultado obtido:

“Muitos avaliadores focaram na correção gramatical do texto e não consideravam muito o tema e o que estava correto ou não sobre ele.”

Com relação às afirmações 12 e 13, que se referem, respectivamente, às contribuições dos avaliadores para o desenvolvimento do senso crítico/pensamento crítico e para o entendimento sobre assuntos referentes à temática biodiesel, resultados discrepantes quanto à concordância dos alunos frente a elas foram obtidos. De fato, enquanto 70,58% (somatório das respostas CF e C) dos alunos concordaram com a primeira afirmação, apenas 47,05% (somatório das respostas CF e C) concordaram com a segunda.

Existe coerência entre os resultados obtidos para a afirmação 13 e para a afirmação 11, mencionada anteriormente, haja vista que a mesma porcentagem de alunos que se manifestou favoravelmente frente à afirmação 13 concordou com a existência de indicação de aprimoramento ao texto vinculado a conteúdos científicos

referentes à temática biodiesel (47,05%). Diante de tais resultados é possível sugerir que as contribuições dos colegas avaliadores foram pouco relevantes do ponto de vista de esclarecimentos sobre a referida temática. Essa constatação pode ser justificada, pelo menos em parte, com base no fato da tarefa de avaliar os textos ser atribuída sempre a membros externos aos grupos aos quais os alunos pertenciam. Ou seja, os avaliadores avaliavam textos que se pautavam em assuntos abordados em artigos originais de pesquisa que eles não haviam lido. Tal limitação quanto ao entendimento do conteúdo pode ter dificultado a atuação dos avaliadores com relação a esse quesito.

Cabe ainda destacar que não é surpreendente que a maioria dos alunos tenha concordado com a afirmação 12. O PPR exige, por princípio, que eles se posicionem como revisores críticos de textos de autoria de colegas, conforme enfatizam vários trabalhos reportados na literatura (KROEN, 2004; FELZIEN; COOPER, 2005). Os trechos, a seguir, expressam as percepções dos alunos frente a essa questão:

“No caso do desenvolvimento do senso crítico a partir da leitura de comentários feitos em cima do seu próprio texto é um meio de desenvolvimento, já que não basta apenas ler, mas também julgar a opinião do próximo, definindo como aceitável ou não, e se o argumento usado na crítica é válido.”

“As sugestões e os comentários feitos pelo avaliador ajudaram a melhorar o texto argumentativo e aprimorar o senso crítico, pois a aceitação ou não de novas ideias ajuda no crescimento da capacidade de construir argumentações.”

5.4.3 Terceiro bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR

O terceiro bloco, constituído de três afirmações ilustradas a seguir, trata do papel do aluno como avaliador no PPR:

14. *Sugestões e comentários que fiz com relação ao texto dos meus colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento do texto argumentativo que eu produzi.*
15. *Sugestões e comentários que fiz com relação ao texto dos meus colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento do meu senso crítico/pensamento crítico.*

16. *Sugestões e comentários que fiz com relação ao texto dos meus colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento do meu entendimento sobre assuntos referentes à temática “biodiesel”.*

Na Figura 45 é apresentada a quantificação da frequência das respostas ao terceiro bloco de afirmações, em porcentagem.

Figura 45 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF= Concordo Fortemente, C= Concordo, I = Indeciso, D= Discordo e DF= Discordo Fortemente).

O terceiro bloco de afirmações foi alvo de apenas quatro comentários. As respostas dadas à afirmação 14 mostram que 88,23% dos alunos (somatório das respostas CF e C) concordaram que as sugestões e comentários por eles elaborados sobre os textos dos colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento dos seus próprios textos. Os trechos, a seguir, expressam as percepções dos alunos frente a essa questão:

“Em relação ao bloco sobre o meu papel como avaliador, acredito que isso contribuiu para a organização do texto argumentativo, atendimento da norma culta da língua etc.”

“Por ser uma coisa nova, criticar o trabalho dos colegas foi bom para melhorar também nosso próprio texto e criticar com mais clareza e fundamentos o texto do colega.”

Com relação à afirmação 15, todos os alunos (100%, somatório das respostas CF e C) reconheceram que as sugestões e comentários que fizeram no papel de avaliadores favoreceram o desenvolvimento do próprio senso crítico. O trecho, a seguir, expressa as percepções dos alunos frente a essa questão:

“O meu papel como avaliador no processo de peer review contribuiu fortemente para o aumento do meu senso crítico e fez com que eu entendesse mais o assunto (de forma a construir minhas críticas e sugestões).”

De maneira semelhante, a grande maioria deles (88,23%, somatório das respostas CF e C) concordou com a afirmação 16, indicando que as sugestões e comentários que fizeram no papel de avaliadores contribuíram positivamente para o seu próprio entendimento sobre assuntos referentes à temática biodiesel. O trecho, a seguir, expressa as percepções dos alunos frente a essa questão:

“Ao avaliar textos argumentativos de outras pessoas foi possível aprender muito sobre um assunto que é muito conhecido (biodiesel) e ao mesmo tempo muito pouco estudado no curso de Bacharelado em Química e foi fundamental para aprimorar as formas de se criticar e elogiar.”

O estabelecimento de relações entre os resultados obtidos para as afirmações 4, 13 e 16 revela que os alunos acreditam que alcançaram entendimento sobre a temática biodiesel. Para tanto, foi de fundamental importância o papel que desempenharam como avaliadores, enquanto os comentários que receberam dos avaliadores dos seus textos pouco contribuíram para o aprimoramento desse entendimento, na perspectiva de grande parte dos alunos.

O estabelecimento de relações entre os resultados obtidos para as afirmações 3, 12 e 15 revela que os alunos são praticamente unânimes em acreditar que a atividade em questão estimula o pensamento crítico. Com efeito, em todas as ocasiões em que foram questionados sobre esse aspecto, concordaram com as afirmações propostas.

5.4.4 Quarto bloco de afirmações do questionário de avaliação do PPR

O quarto bloco do questionário, constituído de nove afirmações, ilustradas a seguir, diz respeito à opinião dos alunos sobre o formato do PPR empregado na disciplina:

17. *Acredito que a preservação da identidade dos colegas avaliadores (adoção do anonimato) foi fundamental para o bom andamento do PPR.*
18. *Acredito que a atribuição de nota à atividade de PPR (incentivo à participação) foi fundamental para o bom andamento do mesmo.*
19. *Acredito que a preparação prévia (leitura de artigos, apresentações orais etc) que subsidiou a aquisição de conhecimento sobre a temática “biodiesel” foi fundamental para o bom andamento do PPR.*
20. *Acredito que o estabelecimento de critérios claros para a avaliação dos textos argumentativos dos colegas foi fundamental para o bom andamento do PPR.*
21. *Acredito que o tempo gasto nas atividades do PPR (aproximadamente um bimestre) foi adequado para o alcance da produção de um texto argumentativo de melhor qualidade que o inicialmente redigido.*
22. *Acredito que a delimitação mínima do número de palavras constitutivas do texto argumentativo final produzido (800 palavras) foi fundamental para o bom andamento do mesmo.*
23. *Acredito que a atuação da professora e estagiária PAE na organização e avaliação das atividades vinculadas ao PPR foi fundamental para o bom andamento do mesmo.*
24. *Acredito que o formato de PPR empregado neste semestre deve ser mantido em outras versões da disciplina.*
25. *Eu gostaria de participar novamente de PPR em outras disciplinas do Curso de Bacharelado em Química.*

Na Figura 46 é apresentada a quantificação da frequência das respostas ao quarto bloco de afirmações, em porcentagem.

Figura 46 - Frequência de respostas ao questionário de avaliação da atividade proposta (CF= Concordo Fortemente, C= Concordo, I = Indeciso, D= Discordo e DF= Discordo Fortemente).

A concordância dos alunos é total (100%, somatório das respostas CF e C) com relação às afirmações 17, 19 e 23. O que indica a relevância que atribuíram, respectivamente, à preservação da identidade dos colegas avaliadores para o bom andamento do processo, assim como à etapa de leitura crítica dos artigos e à atuação da professora e da estagiária PAE. A seguir são representados comentários feitos pelos alunos a respeito do anonimato que vigorou durante o processo e sugestões para o aprimoramento da etapa que precedeu o PPR:

“O item 17 desse bloco refere-se ao anonimato, acho isso muito importante. Não saber quem está sendo avaliado e quem foi o avaliador é muito importante, pois evita conflitos após a correção e também evita favorecimento ou desfavorecimento durante a correção.”

“O formato empregado na disciplina está excelente, porém para um melhor desenvolvimento do senso crítico dos alunos da disciplina é necessário que sejam dados outros textos de apoio (outras áreas de conhecimento) para que o assunto seja compreendido de todas as formas possíveis (social, político, ambiental).”

Com relação à questão do anonimato, a inquietação que ela provoca é mencionada, por exemplo, por Henderson e Busing (2000). Os autores relatam que os alunos destacaram a sua importância e reconheceram que seus comentários

frente aos textos dos colegas, baseados em dados originais de pesquisa na área de biologia, teriam sido diferentes se o PPR não fosse feito de forma anônima. O anonimato foi, portanto, um elemento valorizado pelos sujeitos da pesquisa, provavelmente, por reduzir a hesitação na construção de comentários críticos por parte dos avaliadores e favorecer que a atenção dos mesmos se volte para o conteúdo do texto em análise e não a aspectos pessoais (LIGHTFOOT, 1998).

É interessante apontar a relevância dos dados obtidos e do comentário anterior com relação à questão da preparação que precedeu a aplicação do PPR da atuação do professor e da estagiária no decorrer do período letivo. Estes apontam que o formato adotado na disciplina foi aprovado por todos os alunos e que as atividades e ele relacionadas foram levadas a cabo de forma exitosa. Situações em que o PPR é aplicado no âmbito educacional exigem do professor, dentre outros aspectos, a orientação aos alunos sobre várias questões referentes à avaliação (KROEN, 2004), o que não consiste em tarefa fácil. A apresentação de sugestões por parte dos alunos, como a mencionada acima, auxilia na incorporação de mudanças ao processo, visando o seu melhoramento.

As respostas dadas à afirmação 18 mostram que a grande maioria dos alunos (94,12%, somatório das respostas CF e C) julgou de fundamental importância a atribuição de nota às atividades vinculadas ao PPR. O entendimento dos alunos se alinha com o Henderson e Busing (2000) que também fazem tais atribuições acreditando que os alunos realizam a avaliação com mais seriedade quando têm conhecimento que seus comentários afetarão a nota dos colegas. Ainda nessa perspectiva, Moran e Van Hook (2006) consideram que em classes numerosas o incentivo aos alunos, a partir de aquisição de nota vinculada ao processo, pode conferir seriedade às avaliações.

A maioria dos alunos também se posicionou favoravelmente (94,12% somatório das respostas CF e C) frente ao estabelecimento de critérios claros para a avaliação dos textos dos colegas (afirmação 20). Este resultado não é surpreendente uma vez que, conforme mencionado anteriormente, eles próprios se empenharam na construção dos critérios que pautaram o PPR e sabiam do papel relevante que teriam.

As respostas dadas à afirmação 21 evidenciaram que 88,23% dos alunos (somatório das respostas CF e C) acreditam que o tempo gasto nas atividades do PPR foi adequado para o alcance da produção de um texto final de melhor

qualidade. Estudos reportados na literatura, no entanto, evidenciam percepções pouco consensuais dos estudantes em relação ao tempo gasto nas atividades de *peer review*. McMillan e Huerta (2002), por exemplo, relatam que estudantes envolvidos no processo por eles aplicado comentaram sobre o quanto tempo dedicaram à sua produção textual, comparativamente muito maior do que o exigido para a realização de outras tarefas. Nos trabalhos de Walvoord et al. (2008) e Shane (2008) os alunos esclarecem que, embora o tempo necessário para a participação no processo seja significativo, a realização em sala de aula de atividades a ele vinculadas viabiliza a sua realização pois diminui a necessidade de execução de trabalhos em grupo, em horário extraclasse.

A grande maioria dos alunos (82,35%, somatório das respostas CF e C) também se mostrou favorável à delimitação mínima do número de palavras constitutivas do texto final produzido na disciplina (afirmação 22). Esta afirmação foi a que recebeu maior número de comentários nesse bloco: sete em dez comentários. Os alunos que se mostraram indecisos ou não concordaram com a afirmação apresentaram justificativas como as que seguem:

“O número de 800 palavras pode parecer uma meta a ser batida, isso pode ser prejudicial. Sendo que após atingir as 800 palavras, o autor pode aumentar o volume de seu texto colocando informações irrelevantes. Creio que o número de palavras deve ser livre e avaliado uma relação da dissertação como sendo boa, excelente, em função do seu tamanho.”

“A delimitação de palavras foi algo importante para o bom andamento do PPR, pois assim é possível fazer uma avaliação justa. No entanto este é um critério que pode ser ruim (ao mesmo tempo que pode ser bom), pois, muitas vezes, é possível que aqueles que participam do processo comecem a colocar informações irrelevantes ou repetir palavras apenas para chegar ao mínimo de 800 palavras. Acredito, portanto, que este critério deve ser revisto.”

“Definir o número de palavras para o texto argumentativo diminuiu sua qualidade, pois a argumentação pode chegar em um limite e todas as palavras adicionais serão apenas para atingir o que foi estipulado. Portanto, definir o número de palavras é um fator para diminuir a qualidade do texto. Sugestão: definir um intervalo aceitável.”

“Número fixo de palavras, de 800 foi alto, houve muita escrita apenas para atingir a meta. 600 palavras seria um bom número.”

Embora a delimitação de palavras não tenha agradado a 17,64 % dos alunos sujeitos dessa pesquisa (somatório das respostas I e D) pelas razões expressas nos comentários, ela é prática usual em PPR no âmbito educacional. Gerdeman et al. (2007), por exemplo, solicitaram a graduandos de curso introdutório de biologia a produção de textos contendo 400 a 500 palavras sobre determinada temática relacionada à área.

Quanto à afirmação 24, sobre a manutenção do formato do PPR em outras versões da disciplina, a grande maioria dos alunos registrou respostas favoráveis (94,11%, somatório das respostas CF e C). Os comentários, a seguir, ilustram essa percepção:

“Concordo fortemente com a afirmação feita no item 24, pois acredito que esta é uma boa maneira de aprimorar diversos aspectos (senso crítico, habilidade de argumentar) daqueles que participam e, dessa forma, o PPR deve ser mantido em outras versões da disciplina.”

“Acredito que o processo possa ser adotado novamente na disciplina, mas com um formato diferente: cada avaliador teria apenas um texto para avaliar ao longo do semestre, de forma a acompanhar a evolução de uma só pessoa durante esse período.”

Em contraponto ao resultado obtido para a afirmação 24, que evidencia o respaldo da grande maioria dos alunos à aplicação do PPR, parte considerável deles expressa indecisão sobre o desejo de participar de processo similar em outras disciplinas do Curso de Bacharelado em Química. De fato, apenas 64,72% (somatório das respostas CF e C) concordaram com a afirmação 25, enquanto que 29,41% os alunos que se declararam indecisos e 5,89% discordaram.

A discordância à afirmação 25, provavelmente se deve ao fato do PPR ser demorado e trabalhoso, além de ter se mostrado pouco satisfatório para alunos que receberam avaliações de qualidade aquém da esperada, com ênfase maior em aspectos gramaticais do texto do que conceituais.

5.4.5 Considerações sobre a avaliação dos alunos frente ao PPR

A discussão dos dados apresentados no presente tópico indica que os alunos perceberam de forma positiva a experiência vivenciada no PPR, que trouxe benefícios à sua formação, principalmente no que diz respeito ao entendimento do

processo em si e sobre a temática biodiesel, assim como no que concerne ao desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação. O aprimoramento da habilidade de escrita e de lidar de forma construtiva com críticas referentes à produção textual não foi entendido como unânime por todos eles.

Além dos benefícios mencionados acima, resultantes do PPR, outros são também reportados na literatura e não foram indicados pelos sujeitos desta pesquisa, provavelmente devido ao formato nela assumido ou ao fato de terem passado por eles despercebidos. Assim, Tahir (2012) sugere que os alunos, durante o processo, ao interagirem com os seus pares, acabam por aprimorar a habilidade de comunicação e as habilidades sociais, que consistem em um conjunto de comportamentos sociais que o indivíduo apresenta diante de situações interpessoais (Carneiro; Teixeira, 2011). O aguçamento do senso de responsabilidade dos alunos é também indicado como um dos benefícios do PPR pelo mesmo autor.

As afirmações pertencentes ao segundo e terceiro bloco do questionário colocaram os alunos em posição de emitir opiniões relacionadas ao seu papel, respectivamente, como avaliado e como avaliador. Na perspectiva do sujeito avaliado, foram entendidos como mais efetivos os comentários recebidos com relação à forma do texto argumentativo (atendimento da norma culta da língua portuguesa e organização do texto) e menos efetivos aqueles vinculados ao seu conteúdo. Assim, algumas sugestões para melhoria dos textos feitas sobre o conteúdo foram rechaçadas.

Em contraponto, a visão dos alunos na perspectiva do sujeito avaliador foi consideravelmente positiva, com indicação de melhor entendimento com relação à temática em foco e aprimoramento do pensamento crítico e do texto argumentativo produzido a partir do desempenho desse papel. Cabe destacar que resultados mais polêmicos com relação ao posicionamento dos alunos no papel de avaliador são relatados na literatura quando é concedida aos alunos a tarefa de atribuir notas para as produções escritas dos colegas, de modo a que estas acabem por fazer parte da composição final da média alcançada na disciplina em questão (KWOK, 2008). Como este procedimento não foi adotado no PPR realizado na disciplina de comunicação científica, conflitos decorrentes desse desempenho não foram verificados. Usualmente, em contextos em que este é adotado os alunos se mostram relutantes em conferir notas desfavoráveis aos colegas e apresentam dificuldades em criticar suas produções (GOPINATH, 1999; PATRI, 2002).

Determinados aspectos que permearam o PPR na disciplina de Comunicação Científica foram amplamente reconhecidos como fundamentais para o seu êxito, com destaque para a preservação da identidade dos envolvidos no processo e para a preparação que precedeu o seu desencadeamento, a qual contemplou a leitura e interpretação do artigo original de pesquisa estudado por cada grupo de alunos e o entendimento sobre os componentes de um bom argumento. A forma de atuação da professora e da estagiária PAE no decorrer do PPR recebeu também o mesmo reconhecimento e abarcou, dentre outras ações, a ampla discussão sobre a construção da rubrica de avaliação dos textos intermediários e finais, o que levou ao estabelecimento de critérios claros para a avaliação dos mesmos, e a atribuição de nota às atividades vinculadas ao PPR. Provavelmente, foi essa visão dos alunos sobre o processo que levou à percepção, por parte de quase todos eles, de que o formato em questão deve ser mantido em outras versões da disciplina.

É importante frisar que a preparação prévia dos alunos para atuação no PPR é alvo de atenção de vários pesquisadores que buscam resultados mais favoráveis ao seu final (SMYTH, 2004; ELLIOT; HIGGINS, 2005; INOUE, 2005). Nessa perspectiva, Smyth (2004) assume como fundamental, durante a preparação, a inserção de discussões sobre questões inerentes à avaliação e à autoavaliação. Dessa forma, segundo o autor, é possível conscientizar os alunos sobre o potencial que a avaliação formativa, que será alcançada a partir do PPR, tem para contribuir com o seu aprendizado e acentuar a sua habilidade de avaliação crítica. Stanley (1992), por sua vez, destaca o tempo de preparação necessário para o sucesso da empreitada e afirma ser este um aspecto fundamental para o engajamento dos alunos na avaliação dos artefatos produzidos pelos colegas e para a elaboração de normas claras que a fundamentem.

No contexto da presente pesquisa, a preparação prévia privilegiou, conforme mencionado anteriormente, o entendimento do artigo original de pesquisa e o oferecimento de subsídios para a construção de um bom argumento. A inserção de discussões como as sugeridas por Smyth (2004) se configura como uma possibilidade de aprimoramento na preparação em questão, em futuras aplicações do PPR, o que demandaria, no entanto, mais tempo de imersão dos alunos nas atividades associadas ao processo. Cabe lembrar que a adequação do tempo dedicado a elas, no formato atual, já foi alvo de indecisão e de discordância de alguns alunos.

As afirmações que geraram menos consenso foram as referentes à exigência de um número mínimo de palavras para a produção dos textos intermediários e finais e à disposição dos alunos em participar novamente de PPR em disciplinas do Curso. Com relação à primeira afirmação, conforme mencionado anteriormente, é usual esta exigência em artigos reportados na literatura (CHO; SCHUNN; CHARNEY, 2006; GERDEMAN et al, 2007) e a sua adoção levou à produção de textos mais bem elaborados no contexto da nossa pesquisa.

A indecisão de praticamente um terço dos alunos frente à possibilidade de nova participação no PPR é surpreendente e mostra-se contraditória, tendo em vista a percepção positiva que expressaram a seu respeito em vários aspectos avaliados. Além das razões citadas anteriormente (processo demorado e trabalhoso com aquisição de *feedbacks* que não atendem às expectativas dos autores), esta percepção pode estar vinculada, de acordo com as considerações de Tahir (2012), ao fato do processo exigir uma posição ativa de alunos que, usualmente, estão acostumados a ter atitude passiva durante as aulas no ensino superior. No contexto do ensino de química, os estudos de Queiroz e Sá (2009) constataam este quadro.

Uma vez que o número de respostas obtidas ao questionário foi restrito, a possibilidade de fazer generalizações é limitada. Mesmo assim, a análise realizada traz contribuições para a compreensão sobre fatores cruciais que permitem a elaboração de PPR bem sucedidos no contexto educacional, ao mesmo tempo em que sinaliza medidas que podem ser adotada para o seu aprimoramento. Ademais, o potencial do PPR para a promoção de um processo de ensino-aprendizagem mais alinhado com as recomendações dos documentos curriculares oficiais é claramente evidenciado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, que tem como foco o funcionamento e as contribuições do PPR no ensino superior de química, buscamos responder questões concernentes à habilidade dos graduandos para realizar ações inerentes ao processo, assim como relacionadas à aquisição de habilidades dele decorrentes. Foi possível observar que estes, mesmo não tendo participado anteriormente de um PPR nos moldes aqui apresentados, definiram de forma satisfatória critérios de avaliação e ofereceram *feedback* construtivo frente a textos argumentativos produzidos pelos colegas. Provavelmente, contribui para este resultado satisfatório o conhecimento que possuíam sobre a dinâmica do PPR (potencialidades, vantagens e desvantagens). Em contraponto, a dificuldade que demonstraram em elaborar julgamentos negativos e associá-los a sugestões de alterações, assim como de compor critérios vinculados a categorias de maior complexidade, como, por exemplo, de conteúdo, reforçaram a importância da utilização de rubricas com critérios comuns a serem adotados pelos envolvidos na PPR. Ainda no que diz respeito à habilidade inerentes ao processo, foi possível também observar a consistência nas avaliações fornecidas no PPR protagonizado pelos graduandos em química.

No que concerne à qualidade dos argumentos nos textos iniciais e finais de autoria dos graduandos que participaram do PPR, a combinação mais simples dos componentes do TAP do tipo CDJ foi constatada com maior frequência na constituição dos argumentos produzidos pelos alunos. A segunda combinação mais observada foi a do tipo CDJB, que apresenta, além dos componentes essenciais do argumento, o elemento adicional denominado *backing*, que serve de suporte para justificativas. Esta combinação também foi empregada por todos os grupos, enquanto a outra combinação de quatro componentes, CDJR, foi identificada uma única vez na produção textual dos alunos. A combinação mais complexa identificada foi a CDJBR e nenhum tipo de qualificador foi localizado. A análise estrutural dos argumentos mostrou que os textos finais de apenas dois sujeitos da pesquisa, não apresentaram argumentos de melhor qualidade frente aos iniciais. Em contraponto, a qualidade conceitual adequada de todos eles, iniciais e finais, foi constatada, uma vez que grande parte das informações arregimentadas na sua elaboração é oriunda

do artigo estudado por cada grupo. Esta constatação torna compreensível o fato de critérios de natureza científica terem sido privilegiados na construção dos argumentos nos textos de todos os alunos dos grupos analisados.

Ainda com relação à natureza dos critérios empregados pelos alunos, esta foi diversificada em todos os textos e dependente da abordagem adotada no artigo em estudo. A grande maioria dos alunos fez uso de um maior número de frases na construção do argumento final e todos eles recorreram a critérios de, pelo menos, três naturezas na elaboração dos seus argumentos. O que sugere uma abordagem interdisciplinar do problema posto no artigo estudado. Todos os alunos lançaram mão de fontes de evidências de autoridade na construção dos argumentos, com destaque para o próprio artigo em estudo. É também digno de nota o fato da prática de inserção de tais fontes ter se fortalecido na elaboração dos textos finais, frente aos iniciais, em todos os grupos. Dentre as estratégias cognitivas acionadas na construção dos textos destaca-se a frequência significativa do uso da elaboração, comparação e organização, as quais são também mais recorrentes nos textos finais, frente aos iniciais, de todos os alunos. Logo, é pertinente afirmar que a qualidade dos textos argumentativos iniciais foi substancialmente aprimorada frente aos textos argumentativos iniciais.

A percepção dos alunos em relação à experiência vivenciada no PPR foi positiva e apontou para o entendimento sobre a sua contribuição para a formação acadêmica, principalmente em relação à compreensão do processo em si e sobre a temática biodiesel, bem como no que concerne ao desenvolvimento do pensamento crítico e da habilidade de argumentação. Além disso, na perspectiva do sujeito avaliado, os alunos entenderam como mais efetivos os comentários recebidos relacionados à forma do texto argumentativo e menos efetivos aqueles vinculados ao seu conteúdo. Por outro lado, na perspectiva do sujeito avaliador, a avaliação dos alunos foi significativamente positiva, com evidência de uma compreensão maior relacionada à temática em foco e aprimoramento do pensamento crítico e do texto argumentativo produzido a partir do desempenho desse papel.

A preservação da identidade dos envolvidos no processo, a preparação que precedeu o seu desencadeamento e a atuação do professor e da estagiária PAE se destacaram dentre os aspectos que permearam o PPR na disciplina de comunicação científica e foram reconhecidos como fatores que contribuíram para o seu sucesso.

Visto que foi reduzido o número de textos analisados provenientes do PPR e o número de sujeitos que responderam ao questionário de percepções sobre o processo, a possibilidade de fazer generalizações a partir dos resultados obtidos é modesta. Mesmo assim, acreditamos que a análise realizada traz contribuições para a compreensão sobre fatores cruciais que permitem a elaboração de PPR bem sucedidos no contexto educacional no ensino superior de química, ao mesmo tempo em que sinaliza medidas que podem ser adotadas para o seu aprimoramento. Por fim, destaca-se o potencial do PPR para a promoção de um processo de ensino-aprendizagem alinhado com as recomendações dos documentos curriculares oficiais.

7 REFERÊNCIAS

ALTMAN, L.K. The myth of “passing peer review”. In: BAILAR, I.J.C; ANGELL, M.; BOOTS, S.; MYERS, E.; PALMER, N.; SHIPLEY, M.; WOOLF, P. (Ed.). **Ethics and policy in scientific publication**. Bethesda, MD: Council of Biology Editors, 1990. p. 257-268.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.

BENCE, V.; OPPENHEIM, C. The influence of peer review on the research assessment exercise. **Journal of Information Science**, v. 30, n. 4, p. 347-368, 2004.

BERRY, D.E.; FAWKES, K. Constructing the components of a lab report using peer review. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 57-61, 2010.

BINOTTO, E.; HOFF, D.N.; SIQUEIRA, E.S. Peer review e a qualificação da produção científica: limites e avanços. In: ENCONTRO DA ANPAD, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração, 2008. p. 1-16. ref. EPQ-A1633. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EPQ-A1633.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2016.

BIROL, G.; HAN, A.; WELSH, A.; FOX, J. Impact of a first-year seminar in science on student writing and argumentation. **Journal of College Science Teaching**, v. 43, n. 1, p. 82-91, 2013.

BRASIL. Ministério da educação (MEC). Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química. **Diário Oficial da União**, Brasília, 7 dez. 2001. Seção 1, p. 25. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

BRITO, J.F.; FERREIRA, L.O.; SILVA, J.P.; RAMALHO, T.C. Tratamento da água de purificação do biodiesel utilizando eletrofoculação. **Química Nova**, v.35, n.4, p.728-732, 2012.

BROWNELL, S.E.; KLOSER, M.J.; FUKAMI, T.; SHAVELSN, R. Undergraduate biology lab courses: comparing the impact of traditionally based “cookbook” and authentic research-based courses on student lab experiences. **Journal of College Science Teaching**, v. 41, n. 4, p. 36-45, 2012.

CALIBRATED PEER REVIEW: HOME. **Calibrated peer review and CPR are trademarks of the regents of the University of California.** California, 2016. Disponível em: <<http://cpr.molsci.ucla.edu/Home.aspx>>. Acesso em: 29 maio 2016.

CAMPANARIO, J.M. Peer review for journals as it stands today – Part 1. **Science Communication**, v. 19, n. 3, p. 181-211, 1998.

CARNEIRO, A. A.; TEIXEIRA, C. M. Avaliação de habilidades sociais em alunos de graduação em psicologia da Universidade Federal do Maranhão. **Psicologia: Ensino & Formação**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2011.

CARR, J. M. Using a collaborative critiquing technique to develop chemistry students' technical writing skills. **Journal of Chemical Education**, v. 90, p. 751-754, 2013.

CHEN, N-S; WEI, C-W; WU, K-T, UDEN, L. Effects of high level prompts and peer assessment on online learners' reflection levels. **Computers & Education**, v. 52, n. 2, p. 283-291, 2009.

CHO, K.; SCHUNN, C. D.; CHARNEY, D. Commenting on writing – typology and perceived helpfulness of comments from novice peer reviewers and subject matter experts. **Written Communication**, v. 23, p. 260-294, 2006.

COLE, K.E.; INADA, M.; SMITH, A.M.; HAAF, M.P. Implementing a grant proposal writing exercise in undergraduate science courses to incorporate real-world applications and critical analysis of current literature. **Journal of Chemical Education**, v. 90, p. 1316-1319, 2013.

COPPOLA, B.P.; PONTRELLO, J.K. Using errors to teach through a two-staged, structured review: peer-reviewed quizzes and “what’s wrong with me?” **Journal of Chemical Education**, v. 91, p. 2148-2154, 2014.

DAVYT, A.; VELHO, L. A avaliação da ciência e a revisão por pares: passado e presente. Como será o futuro? **História, Ciências e Saúde – Manguinhos**, v. 7, n. 1, p. 93-116, 2000.

DE PAULA, A.J.A.; KRÜGEL, M.; MIRANDA, J.P.; ROSSI, L.F.S.; COSTA NETO, P.R. Utilização de argilas para purificação de biodiesel. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 91-95, 2011.

DEMBO, M. H. **Applying educational psychology**. New York: Longman, 1994. 633 p.

DEMO, Pedro. **Avaliação sob o olhar propedêutico**. Campinas: Papirus, 1996. 160 p.

DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning?. In: DILLENBOURG, P. (Ed.). **Collaborative learning**: cognitive and computational approaches. Oxford: Elsevier, 1999. p. 1-19.

ELLIOTT, N.; HIGGINS, A. Self and peer assessment - does it make a difference to student group work? **Nurse Education in Practice**, v. 5, p. 40–48, 2005.

ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. **Argumentation in science education**: perspectives from classroom-based research. Dordrecht: Springer, 2008. 294 p.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915, 2004.

FELTON, M. K. The development of discourse strategies in adolescent argumentation. **Cognitive Development**, v. 19, n. 1, p. 35-52, 2004.

FELZIEN, L.; COOPER, J. Modeling the research process: alternative approaches to teaching undergraduates. **Journal of College Science Teaching**, v. 34, n. 6, p. 42-46, 2005.

FOOTE, L.C.; FITZPATRICK, K.A. Introduction to biological investigations: a first-year experience in experimental design and scientific communication. **Journal of College Science Teaching**, v. 34, n. 3, p. 35-40, 2004.

FROEHNER, S.; LEITHOLD, J.; LIMA JÚNIOR, L. F. Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2016-2019, 2007.

GERDEMAN, R.D.; RUSSEL, A.A.; WORDEN, K.J. Web-based student writing and reviewing in a large biology lecture course. **Journal of College Science Teaching**, v. 36, n. 5, p. 46-52, 2007.

GIELEN, S.; PEETERS, E.; DOCHY, F.; ONGHENA, P.; STRUYVEN, K. Improving the effectiveness of peer feedback for learning. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 304-315, 2010.

GOPINATH, C. Alternatives to instructor assessment of class participation. **Journal of Education for Business**, v. 75, n. 1, p. 10-15, 1999.

GRAGSON, D.E.; HAGEN, J.P. Developing technical writing skills in the physical chemistry laboratory: a progressive approach employing peer review. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 62-65, 2010.

HANRAHAN, S. J.; ISSACS, G. Assessing self- and peer-assessment: the students' views. **Higher Education Research and Development**, v. 20, n. 1, p. 53-70, 2001.

HENDERSON, L.; BUISING, C. A peer-reviewed research assignment for large classes: honing students' writing skills in a collaborative endeavor. **Journal of College Science Teaching**, v. 30, n. 2, p. 109-113, 2000.

INOUE, A.B. Community-based assessment pedagogy. **Assessing Writing**, v. 9, p. 208-238, 2005.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; DIAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación em la classe de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 3, p. 259-370, 2003.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; BROCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.

KADNIKOVA, E.N. "Molecules-in-medicine": peer-evaluated presentations in a fast-paced organic chemistry course for medical students. **Journal of Chemical Education**, v. 90, p. 883-888, 2013.

KIM, H.; SONG, J. The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. **Research in Science Education**, v. 36, n. 3, p. 211-233, 2006.

KNOWLES, M. S. **Self-Directed Learning**: a guide for learners and teachers. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1975. 135 p.

KOKKALA, I.; GESSELL, D.A. Writing science effectively: biology and english students in an autor-editor relationship. **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 4, p. 252-257, 2002.

KOLLAR, I.; FISCHER, F. Peer assessment as collaborative learning: a cognitive perspective. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 344-348, 2010.

KOPROWSKI, J.L. Sharpening the craft of scientific writing: a peer-review strategy to improve student writing. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, p. 133-135, 1997.

KRIPPENDORFF, K. **Metodologia de análisis de contenido: teoria e práctica**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1990. 279 p.

KROEN, W. Modeling the research process: using authentic data to teach students to write scientifically. **Journal of College Science Teaching**, v. 34, n. 3, p. 50-53, 2004.

KWOK, L. Student's perceptions of peer evaluation and teachers' role in seminar discussions. **Electronic Journal of Foreign Language Teaching**, v. 5, n. 1, p. 84–97, 2008.

LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M.C. **Argumentação na escola: o conhecimento em construção**. Campinas: Pontes Editores, 2011. 302p.

LIGHTFOOT, J.T. A different method of teaching peer review systems. **Advances in Physiology Education**, v. 19, n. 1, p. S57-S61, 1998.

LIKEL, L. Calibrated peer review essays increase student confidence in assessing their own writing. **Journal of College Science Teaching**, v. 41, n. 3, p. 42-47, 2012.

LIMA, J.A. Por uma análise de conteúdo mais fiável. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, v.47, n.1, p.7-29, 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária de São Paulo, 1986. 99 p.

MALONEY, J.; SIMON, S. Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1817-1841, 2006.

MACARTHUR, C.A.; SCHWARTZ, S.S.; GRAHAM, S. Effects of a reciprocal peer revision strategy in special education classrooms. **Learning Disabilities Research & Practice**, v. 6, n. 4, p. 201-210, 1991.

MATURANO, C. I.; SOLIVERES, M.A.; MACÍAS, A. estrategias cognitivas y metacognitivas em la compresión de um texto de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 415, 2002.

MCMILLAN, V.; HUERTA, D. Eye on audience adaptive strategies for teaching writing. **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 4, p. 241-245, 2002.

MENESES, J. M.; VASCONCELOS, R. F.; FERNANDES, T. F.; ARAÚJO, G. T. Tratamento de efluente do biodiesel utilizando a eletrocoagulação/flotação: investigação dos parâmetros operacionais. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 235-240, 2012.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAN, T.; VAN HOOK, S.J. Using student peer review of experiment reports in an undergraduate physics class. **Journal of College Science Teaching**, v. 36, n. 1, p. 45-49, 2006.

MORETTIN, P. A.; BUSSAD, W. O. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 540 p.

MOTAVALLI, P. P.; PATTON, M. D.; MILES, R. J. Use of web-based student extension publications to improve undergraduate student writing skills. **Journal of Natural Resources and Life Sciences Education**, v. 36, p. 95-102, 2007.

MULLIGAN, A. Is peer review in crisis?. **Oral oncology**, v. 41, p. 135-141, 2005.

OLABUENAGA, J. I. R.; ISPIZUA, M. A. **La descodificacion de la vida cotidiana: metodos de investigacion cualitativa**. Bilbao: Universidad de Deusto, 1989. 241 p.

OLIVEIRA, J.P.; ANTUNES, P.W.P.; PINOTTI, L.M.; CASSINI, S.T.A. Caracterização físico-química de resíduos oleosos do saneamento e dos óleos e graxas extraídos visando a conversão em biocombustíveis. **Química Nova**, v. 37, n. 4, p. 597-602, 2014.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. A retórica da linguagem científica: das bases teóricas à elaboração de material didático para o ensino superior de química. **Química Nova**, v. 35, n. 4, p. 851-857, 2012.

OLIVEIRA, J.R.S.; QUEIROZ, S.L. **Comunicação e linguagem científica**: guia para estudantes de química. Campinas: Editora Átomo, 2007. 109 p.

OLIVEIRA, J.R.S.; PORTO, A.L.M.; QUEIROZ, S.L. Peer review no ensino superior de química: atividade didática para a apropriação do discurso da ciência. **Revista Educación Química en Línea**, v. 25, n. 1, p. 35-41, 2014.

PAIVA, V. L. M. O. Estratégias individuais de aprendizagem de língua inglesa. **Letras e Letras**, v. 14, n. 1, p. 73, 1998.

PASQUALI, L. Psicometria. **Revista a Escola de Enfermagem da USP**, v. 43, p. 992-999, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v43nspe/a02v43ns.pdf> >. Acesso em: 28 maio 2016.

PATRI, M. The influence of peer feedback on self – and peer assessment of oral skills. **Language Testin**, v. 19, p. 109-131, 2002.

PESSANHA, C. Critérios editoriais de avaliação científica: notas para discussão. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 226-229, 1998.

PLOEGH, K.; TILLEMA, H. H.; SEGERS, M. S. R. In search of quality criteria in peer assessment practices. **Studies in Educational Evaluation**, v.35, p.102-109, 2009.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P. O espaço para a argumentação no ensino superior de química. **Educación Química**, v. 20, p. 104-110, 2009.

REYNOLDS, J.; VOGEL, S. Precisely! A writing exercise for science and engineering classes. **Journal of College Science Teaching**, .v. 36, n. 5, p. 30-33, 2007.

RODRIGUES, M. E. F. (Org.) **Resgatando espaços e construindo idéias:** ForGRAD 1997 a 2002. Niterói: EDUFF, 2002. 168 p.

SÁ, Luciana Passos. **Estudos de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de Química.** 2010. 278f. Tese (Doutorado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SÁ, L.P.; KASSEBOEHMER, A.C.; QUEIROZ, S.L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ensaio**, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 193-209, 2007.

SCHMOKER, M. **Results:** the key to continuous school improvement. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1996. 121 p.

SEMOTIUK, N. Walla Walla College. **The Teaching Professor**, v. 12, n. 7, p. 3, 1998.

SHANE, J. Coupling scientific journalism and poster sessions as teaching, learning, and assessment tools in the nonmajors science classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 26-31, 2008.

SHIBLEY JR., I.A.; MILAKOFSKY, L.M.; NICOTERA, C. Incorporating a substantial writing assignment into organic chemistry: library research, peer review, and assessment. **Journal of Chemical Education**, v. 78, n. 1, p. 50-53, 2001.

SILVA, A.L.; SÁ, I. **Saber estudar e estudar para saber.** Porto, Portugal: Porto Editora, 2007. 80 p. (Coleção Ciências da Educação; 8).

SILVA, Elaine Quintino da. **Um framework baseado em componentes para desenvolvimento de aplicações web e um processo de instalação associado.** 2006. 167 f. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. Conhecimento prévio, caráter histórico e conceitos científicos: o ensino de química a partir de uma abordagem colaborativa da aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 209-219, 2013.

SLUIJSMANS, D.M.A. **Student involvement in assessment, the training of peer-assessment skills**. Heerlen: Interuniversity Centre for Educational Research, 2002. 142 p.

SMYTH, K. The benefits of students learning about critical evaluation rather than being summatively judged. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 29, n. 3, p. 370-378, 2004.

STOUT, R. P. Teaching good writing, why bother? **Journal of College Science Teaching**, v. 40, n. 6, p. 10-11, 2011.

STRIJBOS, J.W.; SLUIJSMANS, D.M. Unraveling peer assessment: methodological, functional and conceptual developments. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 265-269, 2010.

STANLEY, J. Coaching students writers to be effective peer evaluators. **Journal of Second Language Writing**, v. 1, n. 3, p. 217–233, 1992.

TAHIR, I. H. A study on peer evaluation and its influence on college ESL student. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 68, p. 192-201, 2012.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13 n. 39, p.545-554, 2008.

TOPPING, K.J. Self and peer assessment in school and university reliability, validity and utility. In SEGERS, M.; DOCHY, F.; CASCALLER, E. (Ed.). **Optimising new modes of assessment**: In search of qualities and standards. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.55-87.

TOPPING, K.; SMITH, F.F.; SWANSON, I.; ELLIOT, A. Formative peer assessment of academic writing between postgraduate students. **Assessment and Evaluation in Higher Education**, v. 25, n. 2, p. 149-169, 2000.

TORRES, P. L.; ALCANTARA, P. R.; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 13, p. 129-145, 2004.

TOULMIN, S.E. **Os usos do argumento**. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 375p.

TRAUTMANN, N.M. Designing peer review for pedagogical success - What can we learn from professional science? **Journal of College Science Teaching**, v. 38, n. 4, p. 14-19, 2009.

TSIVITANIDOU, O.E.; ZACHARIA, Z.C.; HOVARDAS, T. Investigating secondary school students' unmediated peer assessment skills. **Learning and Instruction**, v. 21, p. 506-519, 2011.

TSIVITANIDOU, O.E.; CONSTANTINOU, C. P. A study of students' heuristics and strategy patterns in web-based reciprocal peer assessment for science learning. **The Internet and Higher Education**, v. 29, p. 12-22, 2016.

TUTEN, H.; TEMESVARI, L. Popular science journalism: facilitating learning through peer review and communication of science news. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, n. 4, p. 46-49, 2013.

VAN STEENDAM, E.; RIJLAARSDAM, G.; SERCU, L.; VAN DEN BERGH, H. The effect of instruction type and dyadic or individual emulation on the quality of higher order peer feedback in EFL. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 316-327, 2010.

VAN ZUNDERT, M.; SLUIJSMANS, D.; VAN MERRIËNBOER, J. Effective peer assessment processes: research findings and future directions. **Learning and Instruction**, v. 20, p. 270-279, 2010.

WALKER, J.P.; SAMPSON, V. Argument-driven inquiry: using the laboratory to improve undergraduates' science writing skills through meaningful science writing, peer-review, and revision. **Journal of Chemical Education**, v. 90, p. 1269-1274, 2013.

WALKER, J.P.; SAMPSON, V.; GROOMS, J.; ANDERSON, B.; ZIMMERMAN, C.O. Argument-drive inquiry in undergraduate chemistry labs: the impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. **Journal of College Science Teaching**, v. 41, n. 4, p. 74-81, 2012.

WALKER, J.P.; SAMPSON, V.; ZIMMERMAN, C.O. Argument-driven inquiry: an introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. **Journal of Chemical Education**, v.88, p. 1048-1056, 2011.

WALVOORD, M.E.; HOEFNAGELS, M.H.; GAFFIN, D.D.; CHUMCAL, M.M.; LONG, D.A. An analysis of calibrated peer review (CPR) in science lecture classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 37, n. 4, p. 66-73, 2008.

WEINSTEIN, C. E.; MAYER, R. E. The teaching of learning strategies. In: WITTROCK, M. C. (Ed.). **Handbook of research on teaching**. 3. ed. New York: Macmillan, 1986. p. 315-327.

WIDANSKI, B.B.; COURTRIGHT-NASH, D. Peer review of chemistry journal articles: collaboration across disciplines. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 12, p. 1788-1792, 2006.

WIMPFHEIMER, T. Peer-evaluated poster sessions: an alternative method to grading general chemistry laboratory work. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 12, p. 1775-1776, 2004.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Cronograma das atividades desenvolvidas na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II.

CRONOGRAMA 2014

11/08	Apresentação do Curso Composição dos Grupos Distribuição das Referências dos Artigos Científicos Entrega da Primeira Tarefa do Portfólio Individual	
18/08	Atividade I – Artigo Científico em Sala Entrega da Segunda Tarefa do Portfólio Individual	
25/08	Atividade II – Artigo Científico em Sala Entrega da Terceira Tarefa do Portfólio Individual	
<u>25/08</u> <i>Segunda-feira</i>	Aula Expositiva: Apresentações Orais e Painéis (período noturno 19 – 21 horas) – Reposição de Aula	
01/09	Argumentação Científica e Processo de <i>Peer Review</i> Entrega da Quinta Tarefa do Portfólio Individual	
08/09	Não haverá aula (Semana da Pátria)	
15/09	Atividade III – Apresentação da Prévia do Artigo Científico Entrega da Quarta Tarefa do Portfólio Individual	
22/09	Sessão de Painéis – Artigo Científico	
29/09	Não haverá aula (Semana da Química)	
06/10	Apresentação Oral dos Artigos Científicos (G1 a G5)	
13/10	Avaliação/Comentários das Apresentações Orais (G1 a G3)	Atividade IV – Artigo Científico/ <i>Peer Review</i> (G4 a G5)
20/10	Avaliação/Comentários das Apresentações Orais (G4 a G5)	Atividade IV – Artigo Científico/ <i>Peer Review</i> (G1 a G3)
27/10	Não haverá aula (Recesso Escolar)	
04/11	Não haverá aula (Recesso Escolar)	
11/11	Reapresentação Oral dos Artigos Científicos	
18/11	Atividade V – Artigo Científico/ <i>Peer Review</i>	
25/11	Prova	
02/12	Prova de Recuperação	

APÊNDICE B - Termo de consentimento e Informação.**Termo de Consentimento e Informação**

Título do projeto de pesquisa: Processo de Peer Review no Ensino Superior de Química

Pesquisadoras responsáveis: Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz e Keila Angélica Peron (doutoranda).

Informações sobre a pesquisa: Durante o desenvolvimento do presente projeto, que tem como *lócus* as aulas de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II (SQF0321), ministradas durante o segundo semestre de 2014, serão investigadas atividades com aplicação do processo de *Peer Review* (análise, avaliação ou revisão por pares) para um ensino potencialmente capaz de favorecer a ocorrência da argumentação científica em atividades no Ensino Superior de Química.

Assim, convidamos você, aluno de graduação em química, a participar deste estudo. Pedimos também autorização para utilizar seus portfólios e demais textos produzidos durante a realização das atividades, bem como a permissão para gravar algumas atividades de apresentação e discussão dos textos analisado e trabalhados nesta disciplina. Assumimos o compromisso de manter sigilo quanto a sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado de forma a não produzir riscos ou desconforto para os participantes.

Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz

Keila Angélica Peron

Termo de Consentimento

Eu, _____

RG _____, abaixo assinado, tendo recebido as informações referente a pesquisa “Processo de *Peer Review* no Ensino Superior de Química”, e ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos os esclarecimentos sobre todas as discussões antes e durante o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

São Carlos, ____ de _____ de ____.

_____
Assinatura do participante

APÊNDICE C – Atividade 1 sobre questões concernentes ao artigo científico.

ATIVIDADE 1
Abstract, Introdução e Parte Experimental
Faça a leitura do artigo completo, porém responda as questões abaixo, referentes apenas ao Abstract, Introdução e Parte Experimental.   1) Leia o Abstract do artigo e apresente os principais aspectos do estudo nele relatado em uma ou duas frases.   2) Leia a Introdução do artigo, grife todas as palavras que não são familiares a você e monte um <u>glossário</u> com elas. Construa-o de forma mais completa possível, será útil para você na realização das próximas atividades.   3) Leia a Parte Experimental do artigo, grife todas as palavras que não são familiares a você e monte um glossário com elas. Construa-o de forma mais completa possível, será útil para você na realização das próximas atividades.   4) Apresente um fluxograma das atividades desenvolvidas pelos autores na realização dos experimentos descritos na Parte Experimental.   5) Quais são as técnicas analíticas/estatísticas empregadas no artigo? Descreva o objetivo de cada uma delas e os seus princípios fundamentais.   RESOLUÇÃO DAS QUESTÕES: TEXTO ESCRITO À MÃO (caneta) OU TEXTO DIGITADO. Se digitado, seguir as recomendações: fonte 12 (Arial); espaço simples; impressão em frente e verso, margens superior, inferior, esquerda e direita = 2 cm. Não existe a necessidade de copiar os enunciados das questões, uma vez que está folha será também anexada ao portfólio.

APÊNDICE D – Atividade 2 sobre questões concernentes ao artigo científico.

ATIVIDADE 2 Resultados e Discussão
1) Grife todas as palavras da parte de Resultados e Discussão que não são familiares a você e monte um <u>glossário</u> com elas. Construa-o de forma mais completa possível, será útil para você na realização das próximas atividades.   2) Quantas figuras são apresentadas no artigo original de pesquisa que você está estudando? Para duas das Figuras apresentadas no texto, transcreva a legenda e indique: A) intenção do autor ao apresentá-la; B) principais resultados dela advindos; C) como as informações nela apresentadas favorecem o alcance dos objetivos mencionados no texto.   3) Quantas tabelas são apresentadas no artigo original de pesquisa que você está estudando? Para duas das Tabelas apresentadas no texto, transcreva a legenda e indique: A) intenção do autor ao apresentá-la; B) principais resultados dela advindos; C) como as informações nela apresentadas favorecem o alcance dos objetivos mencionados no texto.   4) Os autores conseguiram alcançar os objetivos inicialmente propostos? Se sim, em qual extensão? Justifique sua resposta.   5) Quais as principais conclusões dos autores?   6) Existe indicação da necessidade de trabalhos futuros para complementação dos resultados apresentados no texto? Copie o trecho referente à indicação.   TEXTO ESCRITO À MÃO (caneta) OU TEXTO DIGITADO. Se digitado, seguir as recomendações: fonte 12 (Arial); espaço simples; impressão em frente e verso, margens superior, inferior, esquerda e direita = 2 cm. Não existe a necessidade de copiar os enunciados das questões, uma vez que esta folha será também anexada ao portfólio.

APÊNDICE E – Atividade 3 sobre questões concernentes ao artigo científico.

ATIVIDADE 3 Visão Geral do Artigo e Referências Bibliográficas
1) Qual o principal problema relatado pelos autores no artigo e com qual eles se propõem a colaborar para a resolução?   2) Qual a solução proposta pelos autores no artigo para o problema mencionado na questão anterior?   3) Quais são os argumentos apresentados pelos autores para fazer com que o leitor acredite que a solução por eles descrita é adequada para a resolução do problema?   4) Os autores apontam no artigo outras soluções possíveis para o problema mencionado na primeira questão? Se sim, quais são as outras possíveis soluções mencionadas pelos autores?   OBS: Responda as questões de 1 a 4 fazendo associação direta com os trechos apresentados no artigo pelos próprios autores.   5) Caso a resposta à questão anterior seja positiva, quais são as vantagens e desvantagens de cada uma das soluções existentes para o problema em questão?   6) Caso a resposta à questão anterior seja negativa, pesquise outras possíveis soluções para o problema apresentado no artigo e aponte as vantagens e desvantagens de cada uma delas.   7) Dentre as referências citadas no artigo existem <u>Dissertações de Mestrado ou Teses de Doutorado</u>? Se sim, quantas? Localize o texto completo de pelo menos uma delas (indique o seu número na lista de referências), escreva o título, afiliação do autor, nome do orientador e data de defesa. Imprima o RESUMO e adicione ao portfólio. Em seguida, aponte as relações existentes entre os o artigo em estudo e o referido RESUMO. Quais as semelhanças dois trabalhos? De uma maneira   8) Dentre as referências citadas no artigo existem <u>Livros</u>? Se sim, quantos? Indique o número das referências a eles correspondentes e aponte quais estão disponíveis na biblioteca da USP e, mais especificamente, na do IQSC/USP.   9) Dentre as referências citadas no artigo existem <u>Artigos Publicados em Revistas Nacionais</u>? Se sim, quantas? Adicione ao seu portfólio a primeira página do artigo que lhe pareceu mais interessante. Nesta página deve constar o título, afiliação dos autores, RESUMO e/ou ABSTRACT. Em seguida, aponte as relações existentes entre o artigo em estudo e o artigo que lhe pareceu mais interessante. Quais as semelhanças e diferenças existentes entre os dois trabalhos? De alguma maneira eles se complementam? Justifique sua resposta.   10) Dentre as referências citadas no artigo existem <u>Patentes</u>? Se sim, indique o seu número na lista de referências. OBS: Os elementos que costumam aparecer neste tipo de referência são: Entidade responsável ou autor, título,

número de patente e datas (do período de registro).

- 11) Dentre as referências citadas no artigo existem Artigos de Divulgação Científica? Se sim, indique o número na lista de referências e adicione ao portfólio a primeira página do artigo. Caso contrário, localize pelo menos um artigo de divulgação referente ao tema tratado no artigo original de pesquisa em estudo pelo grupo. Em seguida, aponte as relações existentes entre o artigo em estudo e o artigo de divulgação científica. Quais as semelhanças e diferenças existentes entre os dois trabalhos? De alguma maneira eles se complementam? Justifique sua resposta.

OBS: exemplos de Revistas de Divulgação Científica: Scientific American Brasil/ Revista Pesquisa FAPESP/ Revista Ciência Hoje/ Revista Superinteressante/ Revista Com Ciência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico/ Revista UNESP Ciência.

TEXTO ESCRITO À MÃO (caneta) OU TEXTO DIGITADO. Se digitado, seguir as recomendações: fonte 12 (Arial); espaço simples; impressão em frente e verso, margens superior, inferior, esquerda e direita = 2 cm. Não existe a necessidade de copiar os enunciados das questões, uma vez que está folha será também anexada ao portfólio.

APÊNDICE F- Questionário de caracterização dos sujeitos da pesquisa.

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO
1) No semestre anterior (disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I) estudamos o conceito de <i>peer review</i> (revisão por pares) no contexto da produção de artigos originais de pesquisa. Como você define este processo?
2) Quais as vantagens/desvantagens/problemas discutidos com relação ao processo na referida disciplina?
3) Conforme discutimos na referida disciplina, o processo de <i>peer review</i> é um processo utilizado na publicação de artigos. Consiste em submeter o trabalho científico ao escrutínio de um ou mais especialistas do mesmo escalão que o autor, que na maioria das vezes se mantêm anônimos ao autor. Esses revisores anônimos frequentemente fazem comentários ou sugerem revisões no trabalho analisado, contribuindo para a qualidade do trabalho a ser publicado. No caso da publicação de artigos científicos, o diálogo entre os autores e os revisores é arbitrado por um ou mais editores, afiliados à revista científica em questão. Na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II empregaremos este processo para a produção de textos. Você já realizou alguma atividade neste formato em alguma disciplina/ curso (ensino básico ou universitário) anteriormente? Se sim, relate brevemente a sua experiência no verso da folha. ( ) SIM ( ) NÃO
4) No seu entendimento, quais são as vantagens e desvantagens da aplicação de atividades no formato <i>peer review</i> no ensino superior de química (produção de texto por um aluno (aluno 1) – avaliação por escrito do texto pelo colega (aluno 2) – apresentação de nova versão do texto pelo aluno 1, a partir da avaliação do aluno 2)?

APÊNDICE G - Atividade individual referente ao PPR (Etapa 4).

Peer Review
Você tem em mãos três textos argumentativos redigidos por colegas de turma sobre a temática biocombustível/biodiesel. Para a realização desta tarefa você desempenhará o papel de um <u>avaliador dos textos</u>. De forma sintética, podemos afirmar que um avaliador precisa realizar as seguintes ações: 1) Definir critérios para o julgamento sobre a qualidade do texto; 2) Fazer o julgamento do desempenho do colega com relação à produção do texto; 3) Fornecer ao colega um feedback com relação ao texto produzido (identificar discrepâncias/ incoerências/ inconsistências) no texto e sugerir possibilidades para o seu aprimoramento. É importante que o avaliador indique tais aspectos da maneira mais clara e detalhada possível. Assim, realize os seguintes passos de acordo com as indicações abaixo: 3) Apresente os critérios que você irá usar para o julgamento do texto (a forma de apresentação dos critérios pode ser escolhida por você) <u>no verso desta folha</u>.   4) O julgamento do desempenho do colega com relação à produção do texto e o seu feedback com relação ao texto produzido deverá ser escrito no formato de uma carta. Você irá anexar ao texto produzido pelo colega à sua carta, assim, é permitido fazer indicações/sugestões no próprio texto do colega e se referir a eles na sua carta.

APÊNDICE H - Rubrica para subsidiar a elaboração e análise dos textos produzidos referentes aos artigos científicos.

RELEMBRANDO: A Tese em um argumento é a ideia que defendemos (conclusão, considerando o Modelo de Toulmin). O dado de cada grupo remete ao problema descrito como sendo alvo principal de atenção no artigo original de pesquisa estudado este semestre e enunciado em forma de questionamento no quadro negro pelo grupo em aula anterior.	
Argumentação	Contextualização/relevância do problema que se relaciona com a tese defendida pelo autor pelo autor é feita/ discutida de forma: E, B, R, I
	Apresentação da tese (ideia) que o autor defende é feita de forma: E, B, R, I
	Apresentação dos conhecimentos básicos (garantias) que sustentam a tese defendida pelo autor é feita de forma: E, B, R, I
	As justificativas e os conhecimentos básicos que sustentam a tese defendida pelo autor estão amparadas em fontes de evidência de qualidade: E, B, R, I
	A tese é defendida pelo autor com base em justificativas e conhecimentos básicos de diferentes naturezas (social, econômica, ambiental, científica etc) de forma: E, B, R, I
	Sustentação da tese defendida pelo autor é feita usando estratégias diversificadas (comparação de dados/informações, apresentações de prós e contras, analogias, realização de questionamentos, organização em tópicos, levantamento de hipóteses etc) de forma: E, B, R, I
	O fluxo e/ou encaminhamento do texto é feito de forma: E, B, R, I
	Discernimento/ entendimento sobre o texto é alcançado pelo leitor de forma: E, B, R, I
Expressão	Domínio da norma culta da língua portuguesa: E, B, R, I
Organização	Pertinência do título em indicar o conteúdo do texto de forma: E, B, R, I
Conteúdos (científicos etc.)	Coerência/dos conhecimentos científicos mencionados no texto e de informação de outras naturezas ocorre de forma: E, B, R, I
E = excelente; B = boa; R = regular; I = insatisfatória. EXPLICAÇÕES COMPLEMENTARES REFERENTES A DOIS ITENS: O fluxo e/ou encaminhamento do texto é feito de forma: Excelente = todos os aspectos explorados no argumento são claros e ordenados de forma coerente e coesa (texto tem clareza); Boa = com exceção de, no máximo, 2 ou 3 aspectos, os demais foram ordenados de forma coerente e coesa, o que ainda torna possível compreender o argumento (texto ainda tem clareza); Regular = vários aspectos foram ordenados de forma pouco coerente e coesa, o que dificulta o entendimento do argumento (texto com pouca clareza); Insatisfatória = ausência de suporte ao argumento, com aspectos do texto apresentados de forma incoerente e não coesa (texto sem clareza). Discernimento/entendimento sobre o texto é alcançado pelo leitor de forma: Excelente = oferecimento de entendimento sobre vários assuntos na área em questão, com potencial para proporcionar subsídios para mudanças de opinião sobre os mesmos; Boa = oferecimento de entendimento sobre alguns assuntos na área em questão; Regular = os assuntos apontados no texto são muito recorrentes/comuns para o público ao qual se dirige; Insatisfatória = os assuntos apontados são óbvios para o público ao qual o texto se dirige.	

APÊNDICE I - Textos produzido na Etapa 1 do primeiro ciclo do PPR, com os títulos iniciais e número de avaliações recebidas por cada autor.

Grupo	Autor	Título do texto argumentativo produzido na ETAPA 1	Nº de avaliações recebidas pelo autor
G1	Emma	Como purificar e reutilizar água de lavagem do biodiesel	3
	Clara	Sem título	3
	Júlia	Biodiesel: Será que os fins justificam os meios?	3
G2	Jacob	Eletrocoagulação: uma simplicidade sustentável	3
	Lena	Tratamento sustentável do efluente do biodiesel	2
	Anastásia	Eletrocoagulação do efluente do biodiesel: método viável de tratamento	2
	Hina	Eletrocoagulação: a técnica promissora	3
G3	David	Sem Título	2
	Charlie	Transesterificação: caminho que torna viável a utilização de biocombustível	2
G4	Willian	Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade	2
	Thomas	Biodiesel e sua caracterização pela densidade	2
	Lukas	Densidade: A melhor técnica para caracterizar o biodiesel	2
	Daria	Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade	1
G5	Felix	Utilização de argilas para purificação de biodiesel	3
	Maja	Utilização de argilas para purificação de biodiesel	2
	Karolina	Argumentação do artigo científico: Utilização de argilas para purificação de biodiesel	2
	Lívia	Quais os melhores métodos alternativos para purificação do biodiesel?	2
G6	Sebastian	Óleos e graxas residuais: será mesmo um problema?	3
	Agustin	Jogada pelo ralo	3
	Pablo	Sem Título	3

APÊNDICE J - Textos produzidos na Etapa 8 do segundo ciclo do PPR, com os títulos iniciais e número de avaliações recebidas por cada autor.

Grupo	Aluno	Título do texto argumentativo produzido na ETAPA 8	Nº de avaliações recebidas que cada autor recebeu
G1	Emma	Qual a melhor opção de tratamento para a água de lavagem do biodiesel?	1
	Clara	Métodos de tratamento da água de purificação do biodiesel	2
	Júlia	A importância do biodiesel e a necessidade de aperfeiçoar seu processo de obtenção	1
G2	Jacob	Eletrofloculação: uma simplicidade sustentável	2
	Lena	Tratamento sustentável do efluente do biodiesel	1
	Anastásia	Eletrocoagulação do efluente do biodiesel: método viável de tratamento	2
	Hina	Eletrocoagulação: a técnica promissora	2
G3	David	Biodiesel: aspectos de uma nova energia	2
	Charlie	Transesterificação: processo que torna viável a produção de biocombustível	2
G4	Willian	A densidade como metodologia alternativa na determinação da pureza do biodiesel	2
	Thomas	Biodiesel e sua caracterização pela densidade	2
	Lukas	Densidade: a melhor técnica para caracterizar o biodiesel	2
	Daria	A quantificação do grau de pureza do biodiesel	2
G5	Felix	A relação custo-benefício de alguns métodos para purificação de biodiesel	1
	Maja	Utilização de argilas para purificação do biodiesel	1
	Karolina	Argila, um novo método para a purificação do biodiesel	2
	Lívia	Métodos para a purificação do biodiesel	1
G6	Sebastian	Óleos e graxas residuais: será mesmo um problema?	2
	Agustin	Biocombustível: forma sustentável de obtenção	1
	Pablo	Descarte e reaproveitamento de resíduos oleosos	1

APÊNDICE K - Questionário de avaliação do PPR.

CF = CONCORDO FORTEMENTE; C = CONCORDO; I = INDECISO, D = DISCORDO; DF = DISCORDO FORTEMENTE.

Benefícios à formação do aluno provenientes do PPR	CF	C	I	D	DF
1. A participação no PPR aperfeiçoou a minha habilidade de escrita (atendimento à norma culta da língua portuguesa, organização de ideias no texto etc).					
2. A participação no PPR aperfeiçoou a minha habilidade de argumentação.					
3. A participação no PPR aperfeiçoou o meu senso crítico/ pensamento crítico ³ .					
4. A participação no PPR aperfeiçoou o meu entendimento sobre a temática “biodiesel”.					
5. A participação no PPR aperfeiçoou o meu conhecimento sobre o processo de avaliação por pares (= PPR) que ocorre na comunidade científica (quando pesquisadores avaliam um artigo original de pesquisa), discutido anteriormente na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I.					
6. A participação no PPR aperfeiçoou a minha habilidade de lidar de forma construtiva com críticas referentes ao meu trabalho (no caso do PPR, minha produção escrita).					
Sobre o papel do avaliador no PPR	CF	C	I	D	DF
7. Todas as sugestões e comentários feitos pelos meus colegas avaliadores contribuíram positivamente para o aprimoramento do texto argumentativo que produzi.					
8. Todas as sugestões feitas pelos meus colegas avaliadores foram atendidas por mim no texto argumentativo final que produzi.					
9. Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente na minha produção do texto argumentativo por indicarem possíveis melhorias quanto ao atendimento da norma culta da língua portuguesa .					
10. Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente na minha produção do texto argumentativo por indicarem possíveis melhorias quanto à organização do texto .					
11. Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente na minha produção do texto argumentativo por indicarem possíveis melhorias quanto à clareza na discussão/apresentação de conteúdos científicos referentes à temática “biodiesel” .					
12. Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores favoreceram o desenvolvimento do meu senso crítico/pensamento crítico.					
13. Sugestões e comentários feitos pelos colegas avaliadores contribuíram positivamente para o meu entendimento sobre assuntos referentes à temática “biodiesel”.					
Sobre o meu papel como avaliador no PPR					
14. Sugestões e comentários que fiz com relação ao texto dos meus colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento do texto argumentativo que eu produzi.					
15. Sugestões e comentários que fiz com relação ao texto dos meus colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento do meu senso crítico/pensamento crítico.					

³ “capacidade de analisar profundamente, questionar, discutir problemas e buscar soluções racionais adequadas, levando em considerações as diferentes opiniões sobre um mesmo assunto” (Freire, 2007).

16. Sugestões e comentários que fiz com relação ao texto dos meus colegas contribuíram positivamente para o aprimoramento do meu entendimento sobre assuntos referentes à temática “biodiesel”.					
Sobre o formato do PPR empregada na disciplina	CF	C	I	D	DF
17. Acredito que a preservação da identidade dos colegas avaliadores (adoção do anonimato) foi fundamental para o bom andamento do PPR.					
18. Acredito que a atribuição de nota à atividade de PPR (incentivo à participação) foi fundamental para o bom andamento do mesmo.					
Sobre o formato do PPR empregada na disciplina (continuação)	CF	C	I	D	DF
19. Acredito que a preparação prévia (leitura de artigos, apresentações orais etc) que subsidiou a aquisição de conhecimento sobre a temática “biodiesel” foi fundamental para o bom andamento do PPR.					
20. Acredito que o estabelecimento de critérios claros para a avaliação dos textos argumentativos dos colegas foi fundamental para o bom andamento do PPR.					
21. Acredito que o tempo gasto nas atividades do PPR (aproximadamente um bimestre) foi adequado para o alcance da produção de um texto argumentativo de melhor qualidade que o inicialmente redigido.					
22. Acredito que a delimitação mínima do número de palavras constitutivas do texto argumentativo final produzido (800 palavras) foi fundamental para o bom andamento do mesmo.					
23. Acredito que a atuação da professora e estagiária PAE na organização e avaliação das atividades vinculadas ao PPR foi fundamental para o bom andamento do mesmo.					
24. Acredito que o formato de PPR empregado neste semestre deve ser mantido em outras versões da disciplina.					
25. Eu gostaria de participar novamente de PPR em outras disciplinas do Curso de Bacharelado em Química.					

Os **quatro** blocos acima se relacionam ao PPR (Benefícios à formação do aluno provenientes do PPR; Sobre o papel do avaliador no PPR; Sobre o meu papel como avaliador no PPR; Sobre o formato do PPR empregado na disciplina). Escolha dois deles e faça uma discussão na qual sejam apresentadas explicações/ justificativas/ comentários quanto aos posicionamentos adotados por você na escolha das alternativas.

APÊNDICE L - Critérios de avaliação gerados pelos alunos, para avaliar os textos argumentativos, agrupados em seis categorias.

Categorias de critérios	Número	Critérios
Argumentação (Estrutura e Qualidade) 1	1	O texto é argumentativo (conforme o esquema Dado, Justificativa (conhecimento básico).
	3	Estrutura do texto dissertativo argumentativo: - Título - Desenvolvimento (contendo os argumentos) - Conclusão (coerente com os argumentos)
	4	Deve deixar claro qual era o objetivo inicial, a “tese” que será defendida e a conclusão deve sintetizar a justificativa de forma consistente.
	11	Características de um texto argumentativo (introdução, desenvolvimento, conclusão);
	11	Opinião definida e convincente.
	13	Defender de maneira convincente a ideia aderida
	15	Tem características de um texto dissertativo-argumentativo?
	17	Apresenta título? É bem escrito? Retrata bem o texto?
	18	É convincente?
	20	Utiliza de conhecimento básico (já que)?
	23	É um texto argumentativo
	24	Há uma introdução do assunto e sobre os argumentos
	25	Há uma conclusão
	28	Apresentação dos problemas e das soluções para os mesmos
	29	Argumentos com justificativas para sustentá-los
	30	Conclusão com defesa de um ponto de vista.
	31	Avaliar a estrutura textual (critérios básicos de elaboração textual).
	33	A estrutura de argumentação.
	34	É um texto argumentativo?
	36	Possuí a estrutura correta do texto argumentativo?
	44	Profundidade dos argumentos e persuasão.
	48	Argumentos
	49	Introdução ao assunto tratado
	50	Relato do que irá se defender
	52	Se há ou não fatos científicos
	55	Argumentação
	56	Forma
	59	Boa conclusão
	60	Título Introdução, desenvolvimento Conclusão
	66	É um texto argumentativo?
	68	Qualidade dos argumentos
	72	O texto deve apresentar características de um texto argumentativo.
	74	Os argumentos devem ser consistentes e relacionados ao problema apresentando no texto.

Argumentação (Estrutura e Qualidade) 1	75	O texto deve ser desenvolvido em torno de uma questão central, apresentando alternativas (soluções) para o problema.
	76	A conclusão deve apresentar uma síntese do que foi dito e também a melhor “resposta” (solução) à questão em torno da qual o texto se estrutura.
	79	Consistência dos argumentos
	81	É um texto argumentativo?
	84	Tem argumentos convincentes?
	87	Está de acordo com o modelo de Tolmin?
	88	Ser de fato um texto argumentativo.
	90	Emprego de argumentos pertinentes ao tema proposto.
	99	Atende ao modelo de Tolmin? (Conhecimento básico, refutação, qualificador modal, justificativa)
	100	Possui uma introdução ao tema?
	101	Possui conclusão?
	102	É um texto argumentativo?
	105	Apresentou argumentos consistentes?
	106	Teve uma boa base?
Clareza 2	2	Clareza e simplicidade de forma a facilitar o entendimento para pessoas de qualquer nível de conhecimento.
	7	Possíveis técnicas a serem citadas devem ser explicadas de forma esquemática o mais claro e simples possível, para que o princípio possa ser entendido por qualquer pessoa.
	19	É claro?
	38	O Texto é de fácil entendimento? (Direcionado a todos os públicos)
	43	Clareza nos argumentos
	58	entendimento do assunto com facilidade
	69	Clareza na exposição das ideias/ dos argumentos
	73	O conteúdo do texto deve ser de fácil entendimento para qualquer pessoa que for lê-lo.
	85	É um texto claro?
	95	Possui argumentação clara e concisa?
	98	É auto explicativo?
Linguagem 3	108	Fácil entendimento do texto?
	8	Uso de pontuação e ortografia correta
	21	Apresenta erros gramaticais
	27	Linguagem formal
	39	Existem erros de concordância?
	46	Gramática/Sintaxe
	53	Gramática
	54	Concordância
	67	Gramática
	78	Ortografia
	83	Tem erros ortográficos?
	92	Linguagem conveniente.
	93	Possui erros de português?
	94	É um texto muito denso, possui pontuação?
	109	Crítérios gerais de redação.

Coerência e Coesão 4	6	Organizado; cada parágrafo centrado em uma pauta, em uma só idéia.
	11	(nexo entre as ideias);
	16	Apresenta coesão-coerência entre as preposições? Não desvia o assunto? Mantém o texto constante?
	26	Há coesão entre os parágrafos
	32	Elaboração de pensamentos nos parágrafos.
	37	Está coerente?
	42	Coerência do texto
	47	Redundância
	57	Intertextualidade/ Comunicação interna
	58	Coerência
	64	Coerência
	65	Coesão
	77	Coesão e coerência
	89	Coesão e coerência
	91	Linearidade do texto.
	103	Fugiu ao tema proposto?
Apresentação 5	22	Apresenta Título
	35	Possui um título?
	45	Título
	56	Forma
	61	Norma padrão
	70	Ausência/ Presença de título
	71	Tamanho da fonte
	82	Contém título?
	97	Possui um título chamativo?
Conteúdo 6	5	Deve conter <u>comparações</u> , a tese defendida em contraste com a que está criticando, para confrontar as propostas de solução.
	9	A introdução deve conter uma breve contextualização do assunto e esclarecer sua importância/relevância
	14	Apresentar dados e pessoas de referência no assunto para avaliar informações e dar veracidade ao texto.
	40	Conceitos expostos no texto foram devidamente explicados?
	62	Explicação de técnicas químicas e físicas
	107	Utilizou dados retirados de outras fontes seguras para aprimorar e reforçar sua opinião?

APÊNDICE M - Critérios de avaliação utilizados pela revista científica 1.

Conteúdo/tema abordado

- 1- O título do artigo retrata adequadamente o conteúdo/tema abordado? (Apresentação e Conteúdo)
- 2- O conteúdo/ tema abordado é relevante em termos da pesquisa na área e está bem justificado? (Conteúdo)
- 3- As questões de pesquisa estão claramente formuladas? (Clareza, mas não é semelhante aos dos alunos)
- 4- O referencial teórico é pertinente ao conteúdo/tema abordado e às questões de pesquisa? (Conteúdo)

Design/ Métodos

- 5- A metodologia, procedimentos e organização são apropriados? (Conteúdo e Coerência e Coesão, mas não é semelhante aos dos alunos)
- 6- As figuras, tabelas, gráficos são pertinentes às argumentações apresentadas? (Argumentação)
- 7- A metodologia apresentada é coerente com o referencial teórico e com as questões de pesquisa? (Coerência e Coesão)

Resultados e análise de dados

- 8- A análise tem por base a fundamentação teórica apresentada? (Conteúdo)
- 9- Na análise são apresentadas evidências suficientes para dar suporte aos resultados? (Argumentação)

Conclusões e implicações:

- 10- As conclusões estão bem ancoradas nos resultados apresentados? (Argumentação)
- 11- Respondem adequadamente às questões propostas? (Não se assemelham por não ser uma pesquisa)
- 12- Incluem recomendações para a área? (Não se assemelham por não ser uma pesquisa)
- 13- As conclusões são comparadas com as de outros trabalhos no mesmo domínio, disponíveis na literatura? (Conteúdo)

Formatação

- 14- O resumo apresenta informações claras e concisas? (Clareza)
- 15- O artigo apresenta uma linguagem adequada? (Linguagem)
- 16- As figuras, tabelas, gráficos apresentam qualidade satisfatória para a publicação? (Apresentação)
- 17- A bibliografia é pertinente e atualizada? (Conteúdo)
- 18- O artigo pode ser reduzido significativamente sem perda de clareza. (Não se assemelham por não ser uma pesquisa)

APÊNDICE N - Critérios de avaliação utilizados pela revista científica 2.

- 1- O Conteúdo é suficientemente novo, em termos de pesquisa na área, justificando sua publicação? (Conteúdo)
- 2- O conteúdo é suficientemente relevante, em termos de pesquisa na área, justificando sua publicação? (Conteúdo)
- 3- O artigo é de boa qualidade, sem erros metodológicos, enganos de concepção ou ambiguidades? (Conteúdo)
- 4- O artigo está bem organizado? (Apresentação e Coerência e coesão)
- 5- O português (espanhol ou inglês) é satisfatório? (Linguagem)
- 6- As referências e trabalhos prévios e relacionados são adequadas? (Conteúdo)
- 7- As tabelas e figuras são claras? (se for o caso) (Clareza)
- 8- As tabelas e figuras são relevantes? (se for o caso) (Conteúdo)
- 9- As legendas das figuras e tabelas são adequadas? (se for o caso) (Conteúdo)
- 10- O título do artigo é apropriado? (Apresentação)
- 11- A apresentação e discussão dos dados é apropriada? (Conteúdo)
- 12- O conhecimento produzido é relevante para o desenvolvimento da pesquisa em ensino de ciências? (Conteúdo)
- 13- O resumo dá a informação necessária de maneira clara e concisa? (Clareza)
- 14- O artigo pode ser encurtado significativamente sem perda de clareza? (Excluir)
- 15- O artigo é mais adequado para outro tipo de revista? Qual? (Excluir)

APÊNDICE O – Textos iniciais e finais dos alunos do G2, G4 e G5 (originais e argumentos, segundo Toulmin).

Grupo G2

Questão: Qual o melhor método para tratar o efluente do biodiesel?

Aluno: Anastásia

Texto inicial

Eletrocoagulação do efluente do biodiesel: método viável de tratamento

O biodiesel é uma fonte alternativa de energia que vem sendo usado em larga escala para compensar o consumo de óleo diesel. O Brasil configura-se como um dos maiores produtores e consumidores deste combustível, sendo que o principal método de obtenção de biodiesel que o governo brasileiro apoia é o da transesterificação. Porém, diante da grande demanda atual do combustível, é necessário tratar o efluente gerado em sua produção.

O efluente do biodiesel possui um alto valor de pH, além de um elevado teor de óleos e resíduos sólidos. Esses fatos fazem com que o efluente seja difícil de degradar naturalmente, pois o crescimento de micro-organismos decompositores é inibido. Várias técnicas já foram estudadas para o processo em questão. Dentre elas, está o tratamento biológico, que acabou sendo prejudicado devido justamente à composição do efluente, que não permite vida microbiana.

Outro processo estudado para tratar o efluente do biodiesel consiste em duas etapas: recuperação química do combustível, separando-o de seu efluente; em seguida, eletro-oxidação da fase aquosa resultante. Essa técnica resultou na remoção completa da DQO (Demanda Química de Oxigênio) e dos óleos e graxas do efluente, além da redução do nível da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em 95%. Porém, o tratamento que vem tomando destaque consiste em um processo eletroquímico, de eletrocoagulação/flotação, por meio do uso de um reator.

Durante o tratamento de eletrocoagulação/flotação, foram analisadas as variáveis e os parâmetros operacionais que influenciavam no processo, como o pH, o tempo de tratamento e a distância entre os eletrodos durante a oxidação eletrolítica. Verificou-se, por exemplo, que o pH do efluente aumentou após o processo, configurando-se como um importante fator operacional que influencia no tratamento eletroquímico. Além disso, muitos dos poluentes foram flotados para a superfície na forma de lodo. Outro fator de importância foi a remoção de em média 99,23% dos óleos e graxas do efluente.

As conclusões geradas no estudo do processo de eletrocoagulação/flotação evidenciaram o quanto este tratamento é promissor, tanto do ponto de vista ambiental (já que o aspecto visual do efluente melhorou) como do econômico. Porém, também se concluiu que um posterior planejamento deve ser efetuado, de forma a avaliar estatisticamente a influência do pH e do tempo de tratamento, mantendo fixos a voltagem e o espaçamento dos eletrodos durante o processo de oxidação eletrolítica.

Aluno: Anastásia

Texto final**Eletrocoagulação do efluente do biodiesel: método viável de tratamento**

Atualmente, um dos principais assuntos explorados pela mídia e cobrados nas escolas e nos vestibulares é a alta demanda energética das indústrias, dos automóveis, dos estabelecimentos comerciais e residenciais, e da sociedade como um todo. As fontes de energia mais utilizadas não são renováveis, e em sua maioria são muito poluentes no momento de sua combustão, como é o caso do petróleo. Porém, também existem as fontes de energia “limpa”, que vêm crescendo em âmbito mundial.

É nesse contexto em que está inserido o biodiesel, uma fonte energética alternativa ao uso do óleo diesel. A demanda de biodiesel no Brasil, particularmente, tem crescido como forma de atender ao consumo cada vez maior de energia da sociedade. O principal método de obtenção do biodiesel é o da transesterificação; a problemática envolvida nesse processo está relacionada aos vários tipos de resíduos gerados por ele.

São os subprodutos da reação de transesterificação (que ocorre entre um álcool e um éster, gerando um novo álcool e um novo éster) que compõem o efluente do biodiesel. É necessário que o efluente seja tratado de maneira eficiente, de forma a adquirir características favoráveis ao seu descarte apropriado, sem que cause nenhum dano ao meio ambiente.

Após o processo de purificação do biodiesel, o efluente é encontrado com características negativas, como um alto valor de pH (ou seja, elevada basicidade), alto teor de óleos, graxas e resíduos sólidos; são esses aspectos que fazem com que seja necessário um tratamento específico, que facilite o seu descarte. Um dos possíveis tratamentos é o biológico, ou seja, a degradação do efluente por micro-organismos decompositores; porém, as características do efluente inibem o crescimento microbiano, fazendo com que o tratamento biológico não seja uma boa opção.

Outro possível tratamento para o efluente é um método que se divide em duas etapas: na primeira delas, o combustível é recuperado quimicamente, sendo separado de seu efluente. Logo em seguida, ocorre eletro-oxidação da fase aquosa resultante. Os resultados trazidos por essa técnica são positivos, como a remoção completa da Demanda Química de Oxigênio (DQO); porém, o processo envolve o uso de reagentes químicos, o que o desfavorece economicamente.

O tratamento para o efluente do biodiesel que vem se destacando como o mais viável econômica e ambientalmente trata-se de um processo eletroquímico, chamado de eletrocoagulação/flotação. Alguns pontos que fazem com que esse processo seja defendido como o de melhor tratamento do efluente são: os equipamentos envolvidos são de fácil operação, o tempo de retenção é menor e o lodo gerado (poluentes que se separam do biodiesel e flutam para a superfície) também se apresenta em menor quantidade.

Esse processo é realizado em três estágios: no primeiro, forma-se um coagulante devido à oxidação do “eletrodo de sacrifício”. O metal mais defendido para constituir os eletrodos é o alumínio, devido à sua grande disponibilidade e ao seu baixo custo no mercado. O segundo estágio da eletrocoagulação envolve a desestabilização dos contaminantes, a suspensão das partículas e a quebra das emulsões; por último, todas essas fases são agregadas no terceiro estágio do tratamento, a fim de formar flocos.

Durante o estudo sobre o processo de eletrocoagulação são realizados cinco ensaios, para que as variáveis e os parâmetros operacionais que influenciam no processo sejam analisados. As variáveis consistem em pH do efluente bruto, tempo de tratamento aplicado ao efluente, distância entre os eletrodos durante a oxidação eletrolítica e a voltagem aplicada. Os valores das variáveis foram diferentes para cada um dos cinco ensaios realizados, o que fez com que os resultados obtidos após o tratamento pela eletrocoagulação possuísem algumas discrepâncias, porém nada que prejudicasse as conclusões tiradas sobre o processo. Pelo contrário, as diferenças observadas ajudaram a compreender a importância que cada variável exerce sobre o tratamento.

De modo geral, os resultados obtidos nas análises dos parâmetros operacionais contribuíram para a defesa do processo de eletrocoagulação/flotação como sendo o melhor método de tratamento para o efluente oriundo da purificação do biodiesel. Dentre os principais resultados, citam-se aqueles que se referem ao lodo gerado pelo tratamento, e aos poluentes removidos.

O lodo gerado consiste nos poluentes que flutaram até a superfície; sua característica após o tratamento mostrou-se proporcional às características do efluente bruto, à densidade da corrente elétrica aplicada durante o processo, e ao tempo de tratamento.¹ Os óleos, graxas e a matéria orgânica (M.O) presentes no efluente bruto compõem os chamados “sólidos totais”;² o tratamento de eletrocoagulação/flotação removeu uma grande quantidade desses compostos particulados e dissolvidos no efluente bruto, porém o efluente tratado ainda apresentou um número considerável deles; a esse fato atribuiu-se como possível causa a presença de sais dissolvidos no efluente bruto, dificilmente removidos.

Dois fatores contribuíram relevantemente para a defesa do processo: o primeiro deles foi a remoção de 99,23% dos óleos e graxas presentes no efluente bruto após o tratamento, fazendo com que seu aspecto melhorasse. O segundo fator, que dessa vez relaciona-se a uma vantagem econômica, foi o consumo de energia observado durante a eletrocoagulação. Concluiu-se que, quanto menor o tempo de tratamento e a distância entre os eletrodos, menor a corrente requerida e, conseqüentemente, menor é o consumo de energia.

As conclusões geradas no estudo da eletrocoagulação/flotação evidenciaram o quanto este tratamento é promissor, tanto do ponto de vista ambiental (devido à melhoria do aspecto visual do efluente tratado, em comparação com o do efluente bruto) como do econômico (devido ao menor consumo de energia apresentado). Verificou-se que os parâmetros operacionais que mais interferem no tratamento são o

---

tempo, o pH do efluente e o espaçamento dos eletrodos.^{3,4,1} Também se concluiu que um posterior planejamento deve ser efetuado, de forma a avaliar estatisticamente a influência do pH e do tempo de tratamento, mantendo fixos a voltagem e o espaçamento dos eletrodos durante o processo de oxidação eletrolítica.

Referências

1. Kobya, M.; Hiz, H.; Senturk, E.; Aydinler, C.; Demirbas, E.; *Desalination* **2006**, 190, 201.
2. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation; *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed., Washington, 1995.
3. Chen, X.; Chen, C.; Yue, P. I.; *Sep Purif. Technol.* **2000**, 19, 65.
4. Crespilho, F. N.; Santana, C. G.; Rezende, M. O. O.; *Quim. Nova* **2004**, 27, 387.

Aluno: Jacob

Texto inicial

Eletrocoagulação: uma simplicidade sustentável

A sociedade sempre precisou de fontes energéticas para o seu desenvolvimento, e o petróleo vem satisfazendo muito essa demanda, contudo é uma fonte de energia não renovável. Para substituir essa dependência do petróleo, o biodiesel é apresentada como uma boa fonte alternativa, já que é uma fonte de energia renovável, proveniente de óleos vegetais ou até mesmo de gordura animal. Todavia, o biodiesel apresenta algumas desvantagens, como, por exemplo, em seu processo de purificação, uma quantidade considerável de efluente provém deste processo, e isso pode ocasionar problemas ambientais no local de descarte, logo um método para tratar esse efluente é preciso.

O processo de purificação do biodiesel é uma lavagem aquosa, na qual são removidos todos os resíduos que nele ficaram como sabões; sais; metanol; glicerina e catalisadores remanescentes. Segundo o pesquisador L.A.B. de Boni, da PUC-RS, são necessários no mínimo 3L de água para cada litro de biodiesel. A água de lavagem, resultante do processo, apresenta alto pH, turbidez, alto teor de óleos e graxas além de alta demanda química de oxigênio (DQO). A Resolução Conama nº357 estabelece condições padrão para o descarte dos efluentes na água, e o que é obtido na purificação do biodiesel não se enquadra.

Algumas técnicas vêm sendo estudadas para que possam tratar esse efluente, como o tratamento biológico, realizado pelo pesquisador K. Suehara, da Universidade de Mie – Japão; se baseia na degradação da matéria orgânica por meio de micro-organismos, mas esse processo não se mostrou muito eficiente, já que o meio em questão não é favorável ao crescimento biológico. Outro tratamento pesquisado, agora por pesquisadores brasileiros da Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba; utilizou-se do tratamento eletroquímico para solucionar esse problema.

A técnica, chamada de eletrocoagulação, apresentou diversos benefícios, pois além de ser simples e barata, é de fácil operação, não produz muito lodo, ausência de adição de produtos químicos e não polui o ambiente. Ela consiste em gerar íons metálicos que atuem como coagulantes e, junto dos gases formados no processo, flotar os resíduos.

Utilizando-se da mesma, obtiveram-se resultados significativos no efluente: diminuição do pH, retirou a turbidez do efluente, remoção de 99% dos óleos e graxas além de 45% da DQO.

Este processo mostra-se muito promissor, não só no ponto de vista ambiental, como também econômico, pois consegue cumprir todas as exigências que a Resolução Conama estipula para o descarte de efluentes e totalmente viável. Estudos ainda estão sendo realizados na área, pois o processo deve ser muito bem pensado em grande escala, mas já apresenta grandes chances de ser aderido; pois além da sustentabilidade, o capital também é muito importante para as empresas, tornando a técnica uma verdadeira mina de ouro.

Aluno: Jacob

Texto final

Eletrocoagulação: uma simplicidade sustentável

A sociedade sempre necessitou de fontes energéticas para o seu desenvolvimento, e o petróleo vem satisfazendo essa demanda, contudo é um recurso de energia não renovável. Para substituir a dependência dessa matéria energética, o biodiesel é apresentado como uma boa alternativa, já que é uma fonte de energia renovável, proveniente de óleos vegetais ou até mesmo de gordura animal. Todavia, o biodiesel apresenta algumas desvantagens, como, por exemplo, em seu processo de purificação, uma quantidade considerável de efluente é produzida, e isso pode ocasionar problemas ambientais no local de descarte, logo um método para tratar esse efluente é de fundamental importância.

Um dos processos de purificação do biodiesel é uma lavagem aquosa, na qual são removidos todos os resíduos como sabões; sais; metanol; glicerina e catalisadores remanescentes. Segundo o pesquisador L.A.B. de Boni, da PUC-RS, neste processo são necessários no mínimo 3 litros de água para cada litro de biodiesel. Em complemento aos dados apresentados, o pesquisador N. Kolesárová afirma que, dependendo do método de purificação, até 300 litros de efluente, para cada 100 litros de biodiesel, advém de etapas purificadoras. A água de lavagem, resultante do processo, apresenta alto pH, turbidez, alto teor de óleos e graxas além de alta demanda química de oxigênio (DQO). Todos esses fatores juntos inibem o crescimento microbológico, dificultando muito a degradação natural. A Resolução Conama nº 357 de 17/6/2005 estabelece condições padrão para o descarte dos efluentes na água, e o que é obtido na purificação do biodiesel não se enquadra nesses parâmetros.

Algumas técnicas vêm sendo estudadas para que possam tratar esse efluente. O tratamento biológico, realizado pelo pesquisador K. Suehara, da Universidade de Mie – Japão; se baseia na degradação da matéria orgânica por meio de micro-organismos, mas como o meio em questão é muito desfavorável para o crescimento microbiano, algumas alterações tiveram de ser feitas, como modificação do pH e adição de nutrientes. Este método apresenta diversos pontos negativos, como o tempo, pois a atividade microbiana é demorada e exige constante observação, além de que produtos químicos

---

devem ser adicionados regularmente para manter os micro-organismos vivos em um meio desfavorável.

Outro tratamento pesquisado, agora por pesquisadores brasileiros da Universidade Federal de Campina Grande-Paraíba, utilizou-se de um tratamento conduzido em duas etapas; a primeira o biodiesel foi quimicamente recuperado a partir do uso de ácido sulfúrico, induzindo a uma separação de fases. Em seguida, a fase aquosa foi submetida a um processo de eletro-oxidação. Tais etapas resultaram em uma total remoção da DQO, óleos e graxas do efluente e reduziu a demanda biológica de oxigênio (DBO) em 95%.

Uma técnica, chamada de eletrofloculação, combinação da eletrocoagulação e eletroflotação, estudada na Unidade Acadêmica de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande-PB, foi testada e avaliada para a remoção dos efluentes do biodiesel. A ideia parte do preceito que a técnica já vem sendo utilizada para o tratamento de esgotos sanitários, efluentes de restaurantes, remoção de óleos e graxas de processos industriais, remoção de corantes, dentre outras aplicações.

O método apresentou diversos benefícios, pois além de ser simples e barata, é de fácil operação, não produz grande quantidade de lodo, ausência de adição de produtos químicos e não gera poluentes químicos. Ela consiste em gerar íons metálicos, que atuam como coagulantes e, junto dos gases formados no processo, flutam os resíduos. A escolha dos materiais, condições ambientais, tempo e tipo de resíduo, são de alta relevância, como o processo consiste no uso de uma célula eletrolítica, estes devem ser muito bem escolhidos. No estudo em questão, os eletrodos são de alumínio, pois este é de fácil acesso no mercado, barato e não deixa cor no efluente.

Ao passo que o método foi estudado, obtiveram-se resultados significativos no efluente: Curta duração de tempo, diminuição do pH, retirou a turbidez do efluente, remoção de 99% dos óleos e graxas além de 45% da DQO. Constatou-se também que o consumo de energia está intimamente relacionado ao tempo e ao espaçamento dos eletrodos na célula, quanto maior for o espaçamento, maior será o tempo e consequentemente o consumo de energia. Tais observações afetam diretamente a aplicação econômica. Métodos para aperfeiçoar o processo podem ser levados em conta dependendo da escala industrial e quantidade de efluentes.

Este processo mostra-se muito promissor, não só no ponto de vista ambiental, como também econômico, pois consegue cumprir todas as exigências que a Resolução Conama estipula para o descarte de efluentes. Estudos ainda estão sendo realizados na área, pois o processo deve ser muito bem pensado em grande escala. Apesar de tudo, já apresenta grandes chances de ser aderido; pois além da sustentabilidade, o capital também é muito importante para as empresas, logo um método que não seja oneroso é muito bem visto.

Em vista dos outros processos abordados, a eletrofloculação se mostra em vantagem, pois não demanda muito tempo, apresentou os melhores resultados e vantajosa frente ao ponto de vista industrial, já que não é um processo dispendioso, muito pelo contrário, simples e fácil, ecologicamente correto e de múltiplas aplicações.

Aluno: Lena

Texto inicial

Tratamento sustentável do efluente do biodiesel

Com o advento dos combustíveis alternativos às fontes poluentes de energia, o biodiesel é um dos que mais se destacam em termos de versatilidade ao mercado consumidor e ao meio ambiente no Brasil. No entanto, o método de produção estimulado pelo governo nacional gera uma grande quantidade de efluente na etapa de purificação do biodiesel, o qual necessita de tratamento adequado antes do seu lançamento em afluentes devido às suas características desfavoráveis ao ecossistema do meio de descarte.

A fim de tratar o efluente gerado, diversas técnicas têm sido pesquisadas pela comunidade científica, dentre elas: tratamento biológico, no qual microorganismos decompõem os contaminantes, tratamento em dois estágios, utilizando ácido sulfúrico e eletro-oxidação e por fim o tratamento eletroquímico, o qual tem sido utilizado com frequência em tratamento de efluentes em geral. Neste método, o processo mais destacado é o da eletrocoagulação/flotação, no qual há a passagem de corrente elétrica através do efluente, coagulando os contaminantes e flotando-os à superfície, em um reator eletroquímico.

Em termos de vantagens operacionais, a eletrocoagulação mostra-se mais eficiente que as demais técnicas, uma vez que trata-se de uma tecnologia limpa, fácil de operar devido à simplicidade do equipamento e não necessita da adição de produtos químicos. Este é um dos fatores mais favoráveis, não só por tornar o processo menos oneroso, mas também por não produzir resíduos químicos prejudiciais ao meio ambiente. Além disso, sabe-se que a eletrocoagulação remove aproximadamente 97% do teor oleoso do efluente, deixando-o mais límpido e prejudicando menos a comunidade biológica do ecossistema aquático.

No entanto, tal técnica pode não ser tão eficiente quanto o esperado, se determinados parâmetros operacionais não se ajustarem adequadamente, de acordo com a comunidade científica. Dentre eles, destacam-se: tempo de tratamento, o qual influencia no pH final do efluente e este, por sua vez, influencia a remoção de poluentes, e espaçamento dos eletrodos utilizados, o qual exerce influência sobre o consumo energético.

Desta maneira, com os ajustes operacionais recomendados pelos estudiosos da técnica, a eletrocoagulação/flotação é destacada como uma das mais promissoras no tratamento de efluentes em geral, devido às suas vantagens econômicas e ambientais, tornando-se então um avanço no que é denominado como tecnologia sustentável e moderna.

Aluno: Lena

Texto final

Tratamento sustentável do efluente do biodiesel

Com o advento dos combustíveis alternativos às fontes poluentes de energia, o biodiesel é um dos que mais se destacam em termos de versatilidade ao mercado consumidor e ao meio ambiente no Brasil. No entanto, o método de produção estimulado pelo governo nacional gera uma grande quantidade de efluente na etapa de purificação do biodiesel, o qual necessita de tratamento adequado antes do seu lançamento em afluentes devido às suas características desfavoráveis ao ecossistema do meio de descarte, inibindo o crescimento da vida microbiana. Dentre estas características, pode-se citar: alto pH devido ao catalisador alcalino utilizado pelos produtores brasileiros, baixa taxa de nitrogênio, elevado teor oleoso, alta quantidade de sólidos totais residuais e alta demanda química de oxigênio, ou seja, alta demanda de oxigênio para oxidar a matéria orgânica restante no efluente.

A fim de tratar o efluente gerado, diversas técnicas têm sido pesquisadas pela comunidade científica, dentre elas: tratamento biológico, no qual microorganismos decompõem os contaminantes, tratamento em dois estágios, utilizando ácido sulfúrico como separador de fases e subsequente eletro-oxidação para o tratamento da fase aquosa. Entretanto, tais tratamentos não são considerados viáveis e eficientes, uma vez que utilizam grande quantidade de produtos químicos adicionados ao efluente para adequar suas características ao tratamento. Outro método estudado refere-se ao tratamento eletroquímico, o qual tem se destacado fortemente no cenário de tratamento de efluentes devido à sua vasta aplicabilidade, versatilidade e viabilidade econômica. Neste método, o processo mais destacado é o da eletrocoagulação/flotação.

A eletrocoagulação/flotação baseia-se em princípios de coagulação, e de acordo com Resende¹ *et al.* em seus estudos sobre tal técnica, estes princípios são comumente aplicados na remoção de resíduos sólidos e oleosos em efluentes gerais. Neste método, tais princípios são associados a técnicas de flotação para a separação de fases do efluente. No primeiro estágio da técnica de eletrocoagulação/flotação, ocorre a coagulação dos contaminantes através da oxidação do eletrodo de alumínio, gerando íons Al^{3+} , os quais formam sais de alumínio (agente coagulante) por meio de uma reação de hidrólise. No segundo estágio, os gases gerados pela hidrólise (H_2 e O_2) flutam os coágulos até a superfície. Desta maneira, em comparação com processos de coagulação associados à sedimentação, denota-se que a separação de fases é invertida, ou seja, a fase sólida é removida pela parte superior do reator eletroquímico no qual o processo é realizado.

Em termos de vantagens operacionais, a eletrocoagulação/flotação mostra-se mais eficiente que as demais técnicas, uma vez que trata-se de uma tecnologia limpa, fácil de operar devido à simplicidade do equipamento e não necessita da adição de produtos químicos, se utilizados eletrodos de alumínio para a produção do agente coagulante *in situ*. Este último é um dos fatores mais favoráveis, não só por tornar o processo menos oneroso, mas também por não produzir resíduos químicos tóxicos, como por exemplo, sulfatos e polímeros. Tais substâncias são os principais componentes de alguns agentes coagulantes e floculantes que podem ser utilizados em estações de tratamento de efluentes, e prejudicam a qualidade do efluente final, tornando-se perigosas ao meio de descarte, mesmo que

descartadas em baixas concentrações. Além disso, outro ponto favorável à eletrocoagulação/flotação é o fato de que esta remove aproximadamente 97% do teor oleoso do efluente, deixando-o mais límpido e prejudicando menos a comunidade biológica do ecossistema aquático, favorecendo as trocas gasosas do meio com a atmosfera.

Todavia, tal técnica pode não ser tão eficiente quanto o esperado, se determinadas variáveis operacionais não se ajustarem adequadamente, de acordo com de Meneses² *et al.*, em seus estudos sobre os parâmetros operacionais influentes na eficiência da técnica de eletrocoagulação/flotação. Dentre todos os parâmetros, os mais influentes no desempenho do tratamento são pH do efluente tratado, espaçamento dos eletrodos, e tempo de retenção do efluente bruto, ou seja, tempo de tratamento. O controle do pH é importante uma vez que influencia na formação do agente coagulante, sendo este último responsável por remover os contaminantes do efluente, e forma-se em uma faixa de pH de 5-9. O espaçamento dos eletrodos, por sua vez, é importante em relação ao consumo energético do processo, de maneira que quanto menor o espaço entre os eletrodos, menor o consumo de energia. Todos estes parâmetros (pH e espaçamento dos eletrodos) possuem relação com o tempo de tratamento, de tal forma que quanto menor este for, mais favorecidos são os outros parâmetros.

Assim, com a aplicação de tais ajustes, observa-se que a eletrocoagulação/flotação mostra-se como um importante avanço no que se denomina tecnologia sustentável e moderna, não só devido às suas vantagens econômicas, por se apresentar menos onerosa do que as demais técnicas e consumir menos energia, mas também em relação às suas vantagens ambientais, por melhorar o aspecto final do efluente para seu posterior descarte, uma vez que ao final do processo, este encontra-se com um aspecto límpido. Desta maneira, a eletrocoagulação/flotação é uma grande alternativa para o tratamento de efluentes em geral.

1 - Crespihlo, F. N.; Santana, C. G.; Rezende, M. O. O.; *Quim. Nova* **2004**, 27, 387.

2- de Meneses, J. N.; Vasconcelos, R. de F.; Fernandes, T. de F.; de Araújo, G. T.; *Quim Nova* **2012**, 35, 235-240.

Aluno: Hina

Texto inicial

Eletrocoagulação: a técnica promissora

A procura por combustíveis alternativos, que permitam reduzir a dependência dos derivados de petróleo e a emissão de poluentes para a atmosfera, estimula muitas pesquisas científicas. O biodiesel é um exemplo de biocombustível muito explorado no Brasil pelo fato de ele poder ser produzido a partir de óleos extraídos de vegetais, de óleos e gorduras residuais (provenientes de processos domésticos, comerciais e industriais) ou de gorduras animais, já que uma grande variedade principalmente de espécies vegetais estão presentes no país, como soja, girassol, babaçu, mamona e outras.

Como a produção atual de biodiesel é feita através do processo convencional de transesterificação com catalisador alcalino e devido a crescente expansão da sua produção em indústrias verificou-se a necessidade de tratar o efluente gerado na etapa de purificação de forma que este adquira as características necessárias para o seu descarte correto.

Este efluente gerado possui um alto valor de pH e um alto teor de óleo e de sólidos além da baixa concentração de nitrogênio, fatores que juntos inibem o crescimento da maioria dos microrganismos tornando esse efluente mais difícil de degradar naturalmente. Algumas formas de tratamento vem sendo estudadas por pesquisadores, porém a técnica de eletrocoagulação/flotação é a que se mostrou mais otimista e promissora, pois o tratamento biológico, por exemplo, é difícil de se realizar devido a composição do efluente que impede o crescimento microbiano, já o tratamento em dois estágios em que no primeiro é adicionado ácido para a separação natural de fases e no segundo a fase aquosa é submetida ao processo de eletro-oxidação, se mostrou eficaz removendo DQO, óleos e graxas e reduziu o nível de DBO em 95%.

Porém, o tratamento de eletrocoagulação possui mais vantagens que os métodos mencionados como a simplicidade de equipamentos, facilidade de manipulação, tempo reduzido, ausência de adição de produtos químicos, rápida sedimentação dos flocos eletrogerados e menor produção de lodo.

Portanto, para se obter um aspecto visual de um efluente tratado melhorado sem cor aparente e que atenda as exigências dos padrões de lançamento, a técnica de eletrocoagulação/flotação é a melhor recomendada, mostrando que ela foi capaz de reduzir 99% da quantidade inicial do teor de óleos e graxas.

Aluno: Hina

Texto final

Eletrocoagulação: uma nova alternativa para o tratamento do biodiesel

A procura por combustíveis alternativos -que consigam reduzir a dependência humana por derivados de petróleo e diminuir a emissão de poluentes para a atmosfera- estimula muitas pesquisas na área da ciência.

O biodiesel é um exemplo de biocombustível muito explorado no Brasil pelo fato de poder ser produzido a partir de óleos e gorduras. Alguns desses óleos podem ser extraídos de várias espécies vegetais presentes no país, como soja, girassol, mamona, entre outras. Já as gorduras que podem ser usadas são as residuais provenientes de processos domésticos, comerciais e industriais.

A produção atual de biodiesel é feita através do processo convencional de transesterificação que, como é conhecida, provém da reação química entre triglicerídeos e álcoois, sendo os mais utilizados o metanol e o etanol, que reagem na presença de um catalisador e resultam na substituição do éster do glicerol pelo grupo álcool, cujo catalisador é utilizado para acelerar a velocidade da reação fazendo com que os dois reagentes se misturem mais rapidamente, em termos de escala industrial ele é extremamente necessário para que haja uma economia de tempo podendo assim se produzir mais biodiesel, o catalisador mais utilizado é o alcalino devido às suas vantagens operacionais como o baixo custo e sua fácil manipulação.

A expansão da produção de biodiesel em indústrias continua muito significativa no país e com ela também há o aumento da geração de efluente resultante do processo de purificação do combustível. É

constatado em diversas pesquisas que dependendo do método de lavagem utilizado pode-se produzir muito mais efluente do que o próprio biodiesel, além de se observar um elevado gasto de água durante o processo de lavagem. Com isso verificou-se a necessidade de tratar o efluente gerado de forma que este adquira as características necessárias para o seu correto descarte conforme exigido pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e que apresente menos desperdícios.

Este efluente gerado possui um alto valor de pH e um alto teor de óleos e sólidos, além da baixa concentração de nitrogênio, fatores que juntos inibem o crescimento da maioria dos microrganismos no meio aquático, tornando esse efluente mais difícil de se degradar naturalmente.

Algumas formas de tratamento vem sendo estudadas por pesquisadores, porém a técnica de eletrocoagulação/flotação é a que se mostra mais otimista e promissora. Ela é a junção do processo de eletrocoagulação, que consiste na produção de íons metálicos para a formação de um agente coagulante, e o processo de eletroflotação, onde há a geração do gás hidrogênio e do oxigênio através da eletrólise da água. Na eletrocoagulação ocorre a formação do coagulante através da oxidação eletrolítica, em seguida a desestabilização dos contaminantes que ocasiona na formação de flocos. As bolhas de gases hidrogênio e oxigênio produzidos pela eletrólise da água atraem esses flocos e por meio da flutuação natural é possível retirar os poluentes floculados que se acumulam na superfície.

O tratamento biológico, é um outro exemplo de processo utilizado para se tratar o efluente, porém é difícil de se realizar devido à composição do efluente que impede o crescimento microbiano, portanto para que esse tipo de tratamento funcione é necessário alterar o pH do efluente e adicionar vários tipos de compostos para que ele consiga se degradar.

Já o tratamento em dois estágios, em que no primeiro é adicionado ácido para a separação natural de fases e no segundo a fase aquosa é submetida ao processo de eletro-oxidação, se mostrou eficaz removendo DQO(Demanda Química de Oxigênio), óleos e graxas e reduziu o nível de DBO(Demanda Biológica de Oxigênio) em 95%, porém comparado ao processo de eletrocoagulação/flotação o tratamento em dois estágios é menos vantajoso devido à necessidade de se adicionar reagentes químicos para o seu funcionamento enquanto que a eletrocoagulação não necessita de nenhum tipo de reagente.

Assim é possível verificar que o tratamento de eletrocoagulação possui mais vantagens que os métodos mencionados, tais como: a utilização de equipamentos não muito complexos e de difícil alcance, a simplicidade em toda a manipulação do processo, o tempo reduzido de tratamento, a não adição de produtos químicos, a rápida sedimentação dos flocos formados e uma baixa produção de lodo.

Várias pesquisas sobre o processo de eletrocoagulação já foram feitas e todas destacam o sucesso na realização das experiências e as vantagens deste em relação aos outros processos existentes. De acordo com os resultados obtidos em um experimento realizado por integrantes da Universidade Federal de Campina Grande na Paraíba, o processo foi capaz de reduzir 99% da quantidade inicial do teor de óleos e graxas de um efluente gerado na etapa de lavagem do biodiesel.

Portanto, para que se possa obter um efluente tratado e com um melhor aspecto visual, sem cor aparente e que atenda as exigências dos padrões de lançamento, a técnica de eletrocoagulação/flotação é a melhor opção, além de se mostrar vantajosa do ponto de vista econômico e ambiental.

Grupo G4

Questão: Qual a melhor técnica de caracterização do biodiesel?

Aluno: Thomas

Texto inicial

Biodiesel e sua caracterização pela densidade

A busca por fontes renováveis de energia é um dos principais desafios tecnológicos enfrentados pela atual geração de pesquisadores e neste contexto o uso de biodiesel proveniente de óleos vegetais transformados tem sido uma alternativa na substituição de combustíveis fósseis. Apesar do grande apelo ambiental, econômico e também social o biodiesel ainda não apresenta o mesmo desempenho e versatilidade que o diesel comum principalmente devido a sua alta viscosidade e tendência de provocar entupimentos nos motores o que dificulta a sua efetiva aplicação.

Neste quadro a alternativa que tem se demonstrado mais eficaz para reduzir a viscosidade do óleo vegetal é a transesterificação, que é um processo relativamente simples e que gera combustíveis de elevada qualidade constituídos majoritariamente por mono-álquil ésteres de ácidos graxos. O emprego de catalisadores eficientes é indispensável para este processo, os catalisadores mais comuns são hidróxido de sódio ou potássio, embora carbonato de potássio já tenha sido usado na tentativa de evitar uma reação paralela indesejada, a saponificação.

A transesterificação de óleos vegetais é um processo bastante conhecido, e novas técnicas tem sido proposta no sentido de quantificar os ésteres formados dando assim maior confiabilidade ao produto final. A medição da densidade pode ser uma técnica rápida e eficiente na determinação da fração de ésteres etílicos obtidos a partir de óleos vegetais viável inclusive em locais em que não se dispõe de métodos analíticos mais rigorosos. A cromatografia é a técnica analítica tradicionalmente empregada para esta finalidade, contudo não é uma metodologia rápida ou mesmo barata tal como a proposta alternativa que é a densidade. A viscosidade e a densidade são parâmetros importantes na qualidade do biodiesel e podem ser diretamente relacionadas com a pureza do produto obtido. Rudolph Diesel, inventor do motor a diesel, já havia testado o óleo vegetal como combustível, contudo sem muito sucesso, possivelmente devido à alta viscosidade.

A diversidade dos materiais que podem ser empregados na indústria do biodiesel é mais um fator favorável a este tipo de combustível, pois como não é dependente de nenhuma monocultura, seu preço não é necessariamente afetado pelos ciclos econômicos de uma determinada "commodity". O tipo de óleo a ser utilizado na produção do biodiesel depende principalmente de fatores geográficos e históricos, em alguns países da Europa é utilizado o óleo de colza, já no Brasil, dependendo da região, pode-se produzir a partir do óleo de soja, girassol ou mamona, tendo ainda significativo potencial o uso de óleos de frituras.

Texto final

Biodiesel e sua caracterização pela densidade

A busca por fontes renováveis de energia é um dos principais desafios tecnológicos, enfrentados pela atual geração de pesquisadores e neste contexto o uso de biodiesel proveniente de óleos vegetais transformados tem sido uma alternativa na substituição de combustíveis fósseis. Apesar do grande apelo ambiental, econômico e também social o biodiesel ainda não apresenta o mesmo desempenho e versatilidade que o diesel comum principalmente devido a sua alta viscosidade e tendência de provocar entupimentos nos motores o que dificulta a sua efetiva aplicação.

A diversidade dos materiais que podem ser empregados na indústria do biodiesel é mais um fator favorável a este tipo de combustível, pois como não é dependente de nenhuma monocultura, seu preço não é necessariamente afetado pelos ciclos econômicos de uma determinada "commodity", ou seja, de uma mercadoria específica. O tipo de óleo a ser utilizado na produção do biodiesel depende principalmente de fatores geográficos e históricos, em alguns países da Europa é utilizado o óleo de colza, já no Brasil,

---

dependendo da região, pode-se produzir a partir do óleo de soja, girassol ou mamona, tendo ainda significativo potencial o uso de óleos de frituras.

Neste quadro a alternativa que tem se demonstrado mais eficaz para reduzir a viscosidade do óleo vegetal é a transesterificação, que é um processo relativamente simples e que gera combustíveis de elevada qualidade constituídos majoritariamente por mono-álquil ésteres de ácidos graxos. O emprego de catalisadores eficientes é indispensável para este processo e os catalisadores mais comuns são hidróxido de sódio ou potássio, embora carbonato de potássio já tenha sido usado na tentativa de evitar uma reação paralela indesejada, a saponificação.

Os óleos vegetais são quimicamente constituídos por triglicerídeos que são ésteres do álcool glicerina, que possui três hidroxilas saponificáveis, e ácidos graxos de cadeia insaturada, que justamente por possuírem uma ou mais duplas ligações na cadeia, apresentam interações mais fracas entre as moléculas e permitem que os óleos vegetais sejam líquidos em temperatura ambiente. No processo da transesterificação a glicerina é substituída por outros álcoois que possuem apenas uma hidroxila básica e cadeia alquílica, ou seja, cadeia aberta e sem instaurações. No processo são gerados ésteres lineares e que apresentam fortes intenções moleculares, devido à grande sobreposição das moléculas, o que deveria aumentar a viscosidade, entretanto esse efeito é compensado pela diminuição da massa molecular total.

A transesterificação de óleos vegetais é um processo bastante conhecido, e novas técnicas tem sido proposta no sentido de quantificar os ésteres formados dando assim maior confiabilidade ao produto final. A medição da densidade pode ser uma técnica rápida e eficiente na determinação da fração de ésteres etílicos obtidos a partir de óleos vegetais viável inclusive em locais em que não se dispõe de métodos analíticos mais rigorosos. A cromatografia é a técnica analítica tradicionalmente empregada para esta finalidade, contudo não é uma metodologia rápida ou mesmo barata tal como a proposta alternativa que é a densidade.

A caracterização pela densidade demonstra-se como o melhor método de caracterização do biodiesel, pois relaciona a estrutura molecular com características físicas do combustível produzido. A viscosidade e a densidade são parâmetros importantes na qualidade do biodiesel e podem ser diretamente relacionadas com a pureza do produto obtido. Rudolph Diesel, inventor do motor a diesel, já havia testado o óleo vegetal como combustível, contudo sem muito sucesso, possivelmente devido à alta viscosidade.

Medidas experimentais diretas da densidade e da viscosidade, obtidas pelo estudo da fluidez, permitiram constatar que a densidade é diretamente proporcional à viscosidade, portanto afirmar que um determinado óleo possui baixa densidade é o mesmo que afirmar, que ele possui baixa viscosidade e assim uma boa qualidade.

A medida da fluidez é feita analisando-se o fluxo do diesel através de um orifício de dimensões conhecidas, de tal modo a relacionar o volume de diesel escoado por unidade de tempo, ou seja, a vazão, para diferentes tipos do combustível, tendo a maior fluidez aqueles nos quais maior volume passa pelo orifício no tempo estipulado.

Com o emprego da cromatografia, é possível relacionar, a composição do óleo com a densidade do mesmo, sendo que quando as duas variáveis, ou seja, a densidade e a composição são avaliadas, torna-se nítida a existência de uma relação de proporcionalidade inversa entre a fração de ésteres etílicos e a densidade, portanto quanto mais "leve" um óleo maior é sua pureza.

A técnica da caracterização do óleo a partir de sua densidade é, portanto, eficaz, entretanto sua maior vantagem é a simplicidade, podendo ser obtida de várias formas simples com o material disponível na maioria dos laboratórios em um período de tempo adequado a velocidade do processo produtivo.

Como única desvantagem em relação aos outros métodos analíticos a densidade possui uma menor exatidão, entretanto esta diferença se torna irrelevante em termos da qualidade do material analisado que, poder ser quantificado dentro dos parâmetros adequados.

Aluno: William

Texto inicial

Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade

A busca incessante por alternativas energéticas, fontes renováveis e menos poluentes só aumenta, graças ao apelo ambiental e a situação cada vez mais debilitada dos arredores ocupados pela sociedade. Uma alternativa ao uso de combustível derivado do petróleo é o uso do biodiesel (óleos vegetais transesterificados), tendo características renováveis, derivado de óleos vegetais, biodegradável, ou seja, pode ser usado como substrato por microrganismos e emite cerca de 80% menos dióxido de carbono que o diesel tradicional (derivado do petróleo), sendo uma grande fonte de impacto econômico e social.

O biodiesel derivado de óleos vegetais é resultante de uma reação chamada transesterificação, em que a gordura vegetal (triglicerídeos) presente no óleo derivado de soja, sendo o purificado ou usado em frituras, é acrescida de etanol, formando o biodiesel (ésteres de ácidos graxos) e o glicerol como subproduto da reação, que é catalisada. Porém o problema em questão é a quantificação dos ésteres de ácidos graxos formados a partir da reação de formação do biodiesel.

A determinação da quantidade de éster formado por ser realizada por um método de análise capaz de separar, identificar e quantificar espécies químicas com facilidade, a cromatografia gasosa fornece dados precisos quanto à pureza do éster obtido, porém apresenta custos elevados, e não é uma metodologia rápida.

No entanto, misturas contendo o éster do ácido graxo, mono, di e triglicerídeos tem parâmetros físicos como densidade e viscosidade mais altas que o éster puro, sendo esta diferença o meio possível para quantificar o éster.

Foi utilizada a cromatografia em camada delgada, para acompanhar qualitativamente a formação dos ésteres a partir da transesterificação, e os valores obtidos pela relação da densidade com a pureza do éster foram comparados com os determinados pela cromatografia gasosa.

Os resultados analisados apontam grande eficiência do método de determinação por densidade, comparando os valores com a cromatografia gasosa (somente é válida em casos em que a fração de ésteres for maior que 85%, caso for menor, podem ocorrer interações entre os glicerídeos, ésteres e o glicerol, esta porcentagem foi obtida através do balanço de massas).

Portanto os resultados apresentados apontam grande eficácia no método da determinação da fração dos ésteres pelo parâmetro da densidade, sendo esta uma técnica rápida e eficiente na determinação de ésteres etílicos obtidos a partir de óleos vegetais refinados e usados em frituras, e ao mesmo tempo é uma metodologia alternativa na caracterização do produto já que não dispõe de métodos analíticos mais rigorosos.

Texto final

A densidade como metodologia alternativa na determinação da pureza do biodiesel

A busca incessante por alternativas energéticas, fontes renováveis e menos poluentes só aumenta, graças ao apelo ambiental e a situação cada vez mais debilitada dos arredores ocupados pela sociedade. Uma alternativa ao uso de combustíveis não renováveis e poluentes, como gás natural, o diesel derivado do petróleo e o carvão vegetal é o uso do biodiesel.

Tendo características renováveis, ou seja, que a própria natureza repõe periodicamente em forma de plantas oleaginosas e que são matéria prima na produção do combustível. O biodiesel derivado de óleos vegetais é biodegradável, ou seja, pode ser usado como substrato por microrganismos que absorvem alguns contaminantes orgânicos da atmosfera e utilizam esses compostos orgânicos na produção de energia, como é o caso das plantas, que realizam a fotossíntese, isso gera um ciclo renovável e menos poluente. É emitido cerca de 80% menos dióxido de carbono que o diesel tradicional em sua queima, tendo grande impacto social e ambiental.

O biodiesel derivado de óleos vegetais é resultante de uma reação chamada transesterificação, em que a gordura vegetal (triglicerídeos) presente no óleo derivado de soja, sendo o purificado ou usado em frituras, é acrescida de etanol, formando o biodiesel (ésteres de ácidos graxos) e o glicerol como subproduto da reação, que é catalisada por um composto de caráter básico (KOH ou NaOH), de forma simples. Porém, o problema em questão, é a quantificação dos ésteres de ácidos graxos formados a partir da reação de formação do biodiesel.

A cromatografia, em aspectos gerais é um método moderno de análise capaz de separar, identificar, e quantificar espécies químicas com facilidade. Constitui um sistema físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, realizado através da distribuição desses componentes em duas fases, que estão em contato íntimo, uma das fases permanece estacionária, enquanto a outra se move através dela. Os componentes são distribuídos entre as duas fases, sendo seletivamente retidos em diferentes regiões da fase estacionária. A identificação dos componentes é realizada através de comparações com padrões empregados previamente.

A cromatografia gasosa é apontada como a metodologia mais eficiente e com resultados bastante confiáveis, fornecendo dados precisos quanto à pureza do éster obtido, porém apresenta custos elevados, e não é uma metodologia rápida. Tendo base uma pequena empresa, em que não há a disponibilidade dos aparelhos utilizados por essa metodologia, a cromatografia gasosa é inviável, por esse motivo, os autores do artigo: “*Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade*” buscam uma metodologia alternativa a cromatografia gasosa na determinação da pureza do biodiesel obtido a partir do óleo vegetal de soja.

Misturas contendo o éster do ácido graxo, mono, di e triglicerídeos formados a partir de diferentes razões molares entre óleo/etanol/KOH e diferentes tempos de reação apresentam parâmetros físicos como densidade e viscosidade diferentes da composição ideal do éster puro (mais altas), sendo estas diferenças a forma possível para quantificar os ésteres. O parâmetro da viscosidade é suficiente para quantificar o éster, demonstrado por De Filippis et al*.

O parâmetro da densidade é medido através da relação entre a massa e volume de uma substância, assim como a viscosidade, a densidade varia proporcionalmente em relação a pureza do biodiesel, e é possível estabelecer a partir de diferentes amostras com proporções de glicerídeos variadas, uma relação entre a densidade e a pureza do éster, tendo como base os valores de pureza obtidos pela cromatografia gasosa. A medição da densidade é realizada através da picnometria, no qual uma vidraria com baixo coeficiente de dilatação, conhecida como picnômetro, é tarada e pesada em uma balança analítica, o volume do recipiente é conhecido, é possível calcular as diferentes densidades das amostras.

Foi utilizada a cromatografia em camada delgada, para acompanhar qualitativamente a formação dos ésteres a partir da transesterificação, verificando o aumento da concentração dos ésteres, juntamente com a análise quantitativa realizada pela cromatografia gasosa.

A análise dos resultados somente foi válida pois a fração de ésteres formados foi maior que 85%, caso fosse menor, poderia ter ocorrido interações entre os glicerídeos, ésteres e o glicerol, esta porcentagem foi obtida através do balanço de massas. Como a porcentagem de pureza do éster, previamente estudada era prevista para ser maior que 85%, as análises foram coerentes.

Portanto, os resultados apresentados, tanto para o óleo usado, quanto para o refinado apontam grande eficácia no método da determinação da fração dos ésteres pelo parâmetro da densidade, sendo esta uma técnica rápida e de baixo custo na determinação de ésteres etílicos obtidos a partir de óleos vegetais, e ao mesmo tempo é uma metodologia alternativa na caracterização do produto já que não dispõe de métodos analíticos mais rigorosos, sendo o método bastante útil em produções do biodiesel em pequena escala, independente da matéria prima vegetal, o método da densidade pode sim ser empregado na determinação da pureza do combustível.

*De Filippis, P.; Giavarini, C.; Scarsella, M.; Sorrentino, M.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* **1995**, 72, 1399.

Aluno: Lukas

Texto inicial

Densidade: A melhor técnica para caracterizar o biodiesel

A obtenção de combustíveis a partir de fontes renováveis e menos poluentes é um dos desafios mais prementes da humanidade nos dias atuais. Quando falamos em combustível estamos falando de algo que move não somente os veículos automotores, mas também uma intrincada engrenagem da vida social hodierna, que move o sistema financeiro, influencia nas decisões políticas dos governos e atinge até os mais aparentemente simples afazeres do cotidiano. Aliado a estes motivos, soma-se a perceptível decadência na saúde do planeta, devido aos impactos nefastos sobre a natureza, gerados especialmente pelos resíduos de combustíveis fósseis.

A substituição de combustíveis provenientes do petróleo por aqueles advindos de fontes renováveis como os óleos vegetais afigura-se como uma das melhores opções para se efetivar esta mudança. Os combustíveis obtidos dessas fontes, denominado biodiesel, além de serem muito menos poluentes, tem valores sociais positivos agregados. Por exemplo, é possível a utilização não somente de óleos vegetais refinados, mas também de óleos usados em frituras, sendo que estes últimos quando descartados incorretamente poluem o meio ambiente. Um dos subprodutos do processo da obtenção do biodiesel de óleos vegetais é a glicerina. Um produto que tem muita aplicação industrial, especialmente na indústria de cosméticos.

Atendo-nos agora ao processo de obtenção do biodiesel, dentre os fatores de ajuste necessários para potencializar o uso deste combustível, a técnica de análise qualitativa e quantitativa empregada para caracterizar o biodiesel apresenta-se como um dos principais. Isto decorre dos seguintes fatos: o biodiesel precisa estar dentro de um padrão estabelecido pelas agências reguladoras. A caracterização é então obrigatória. Se o processo de caracterização é muito caro, isso inviabiliza a produção do biodiesel e o processo pode ser descartado para uso em massa, como acontece com outros combustíveis não poluentes, mas que são economicamente insustentáveis.

A proposta apresentada no artigo intitulado "TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS: CARACTERIZAÇÃO POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA E DENSIDADE" (grupo 4) é de utilizar uma técnica de caracterização viável, isto é, barata e eficiente. A técnica mais utilizada para se quantificar e determinar a pureza do biodiesel é a da cromatografia. Esta técnica, porém, é lenta e cara.

A caracterização de biodiesel pela técnica da densidade corresponde ao critério de viabilidade anteriormente citado, além de ser também um processo rápido. Um último fator a ser considerado é o da eficiência. Para tanto, veja os seguintes dados que apresentam a pureza de uma amostra de biodiesel obtida por cromatografia gasosa e por densidade na tabela abaixo:

Comparação do grau de pureza de amostras de biodiesel obtidas por CG e pela densidade a 20 oC
Fração de Ésteres (%)

Amostra	ρ (g/ml)	por cromatografia	por densidade	erro
1	0,8870	98,21	97,83	-0,39
2	0,8878	96,32	96,61	0,31
3	0,8883	94,65	95,84	1,19
4	0,8925	90,12	89,41	-0,79
5	0,8921	90,78	90,02	-0,84
6	0,8892	94,21	94,46	0,26

Os resultados experimentais confirmam que o método da densidade é eficiente. Quando comparada com a cromatografia, a técnica da densidade é muito mais viável e, portanto apresenta-se como uma solução plausível para a caracterização do biodiesel.

Texto final

1. TÍTULO - **Densidade: A melhor técnica para caracterizar o biodiesel**
2. DADO PRINCIPAL – como caracterizar quantitativamente o biodiesel.
3. TESE – A técnica de densidade é uma alternativa eficiente para caracterizar o biodiesel.
4. DESENVOLVIMENTO DO TEXTO

É um fato bem divulgado que a produção de energia mundial é proveniente de fontes não renováveis. A utilização da energia dos compostos do petróleo, do carvão e do gás natural corresponde, ainda hoje, a cerca de oitenta por cento das principais fontes de energia mundial. Os problemas relacionados a essas fontes são principalmente o fato de serem limitadas e poluentes. Mesmo antes do esgotamento, cuja previsão é para um futuro não muito distante, a escassez tornará inviável o acesso a essas fontes devido ao aumento da dificuldade e complexidade no processo de extração e o consequente aumento nos preços. Quanto ao potencial de poluição, a perspectiva é ainda mais sombria, caso essas fontes continuem sendo utilizadas. O efeito nocivo à saúde humana e ao meio-ambiente é alarmante e há vários estudos que comprovam.

Um recurso plausível para se substituir os combustíveis derivados de petróleo é utilizar óleos vegetais transesterificados no lugar do óleo diesel. Os ésteres de óleos vegetais transesterificados são chamados, nesse contexto, de biodiesel e sua utilização em motores a diesel é possível porque possuem características semelhantes as do óleo diesel. O biodiesel possui a vantagem de ser uma fonte renovável e muito menos poluente que o diesel de petróleo. Os processos técnico-científicos relacionados à obtenção de biodiesel vêm sendo largamente estudados e aprimorados de modo que a substituição ao diesel seja economicamente viável. Um aspecto a ser considerado é o da técnica utilizada para se caracterizar o biodiesel produzido. Para se entender a relevância deste aspecto, alguns conhecimentos básicos sobre a obtenção do biodiesel precisam ser entendidos.

A transesterificação é uma reação química relativamente simples. Ela ocorre entre um éster e um álcool e pode ser catalisada por um ácido, uma base, compostos a base de carbonato ou ainda enzimas como as lipases. O produto da reação é outro éster e outro álcool. Na produção do biodiesel os ésteres são triglicerídeos e o álcool normalmente é o etanol. A figura 1 abaixo mostra a reação de transesterificação.

Figura 1. Reação de transesterificação de triglicerídeos. R, R' e R'' representam as cadeias longas de hidrocarbonetos

Como se pode ver pela figura, a transesterificação de triglicerídeos produz moléculas menores individuais de ésteres de ácidos orgânicos de cadeia longa. Este é o motivo pelo qual a densidade e a viscosidade dos óleos vegetais diminuem após o processo de transesterificação. A alta viscosidade impede a utilização dos óleos vegetais como combustível. Após a transesterificação a viscosidade é similar a do óleo diesel e eles podem ser utilizados nos motores dos automóveis e em outras máquinas. É interessante notar que tanto os óleos vegetais refinados quanto os óleos usados em frituras podem ser transformados em biodiesel. Este fato agrega um valor social na utilização do biodiesel como combustível além das vantagens citadas anteriormente. Olhando a figura 1 vemos que o glicerol é recomposto pela transesterificação do tri-éster. A Agência Nacional do Petróleo (ANP) regulamenta que a quantidade de glicerol presente no biodiesel deve ser inferior a 0,02%. Por este motivo praticamente todo o glicerol formado como subproduto na reação deve ser removido. A glicerina (ou glicerol), entretanto, é um produto de grande aplicação industrial, especialmente na indústria de cosméticos e de fármacos onde pode ser aproveitado. Além da glicerina, entretanto, outros compostos como mono, di e triglicerídeos, sabão proveniente da hidrólise básica do éster quando é usado um catalizador alcalino, que diminuem a pureza do etil éster, isto é, do biodiesel formado. Os fatores que influenciam na formação dessas impurezas são o tempo de reação, razão entre os reagentes, razão entre reagentes e catalizador, pureza dos reagentes, etc.

A viscosidade e a densidade da solução de éster puro são menores que a de uma solução de éster contendo essas impurezas. A fração de biodiesel que é formada precisa ser quantificada após o processo de obtenção. O método analítico qualitativo mais comum empregado para se caracterizar o biodiesel é a cromatografia. Há, entretanto a proposta para se utilizar a técnica da densidade, visto que a cromatografia é uma técnica lenta e menos acessível a pequenos produtores, por exemplo. A diferença de densidade entre uma solução pura de éster etílico e uma solução contendo as impurezas citadas permite quantificar a fração de éster presente em solução.

Para se determinar a quantidade de ésteres em qualquer porcentagem, utilizando-se a densidade, uma curva padrão pode ser feita a partir de amostras de biodiesel com diferentes graus de impureza. Isto é, contendo ésteres, mono, di e triglicerídeos em diferentes proporções. Estas amostras são então caracterizadas por cromatografia gasosa, determinando-se assim a quantidade de ésteres presentes. É medida também a densidade dessas amostras. Com os valores do grau de pureza e densidade dessas amostras em mãos, é possível determinar a equação de uma curva padrão que permita calcular a concentração de éster em outras soluções com diferentes graus de pureza. Segundo Froehner e colaboradores¹ a expressão matemática que permite correlacionar a densidade com o grau de pureza, isto é, a quantidade de éster na solução é dada por: $EE = a \cdot p + b$. Nesta equação EE é a fração de éster etílico em solução, p é a densidade em g/mL e a e b são constantes. Em seu trabalho, o mesmo autor apresenta um resultado comparativo entre os graus de pureza obtidos pela técnica de cromatografia gasosa e pela técnica de densidade. Os valores são apresentados na tabela abaixo:

Comparação do grau de pureza de amostras de biodiesel obtidas por CG e pela densidade a 20 °C Fração de Ésteres (%)

Amostra	p (g/ml)	por cromatografia	por densidade	erro (%)
1	0,8870	98,21	97,83	-0,39
2	0,8878	96,32	96,61	0,31
3	0,8883	94,65	95,84	1,19
4	0,8925	90,12	89,41	-0,79
5	0,8921	90,78	90,02	-0,84
6	0,8892	94,21	94,46	0,26

Pela tabela vê-se que os resultados obtidos para o grau de pureza das seis amostras utilizando-se a técnica de densidade são muito próximos dos valores obtidos utilizando-se a técnica de cromatografia gasosa. Notamos que a margem de erro é muito pequena e está dentro de um valor aceitável. Isto significa que é possível utilizar com confiança a técnica de densidade para se medir o grau de pureza do biodiesel. É interessante ressaltar também que os resultados das amostras 1,2 e 3 são de óleo refinado, e os das amostras 4,5 e 6 são de óleo usado em frituras. Um fato importante neste experimento é que a equação para correlacionar a densidade com o grau de pureza do biodiesel foi deduzida a partir de óleo refinado. Entretanto, a mesma equação foi utilizada para caracterizar também amostras de óleo usado, e nenhuma interferência foi notada. A técnica de densidade é uma técnica simples e eficiente. Uma vez obtido os

valores para a curva padrão por meio de algumas amostras, a equação: $EE = a.p + b$, pode ser utilizada para se medir a quantidade de éster etílico nas produções subsequentes, tanto do óleo refinado quanto do óleo usado em frituras, desde que a fonte primária do óleo seja a mesma.

Comparada com a cromatografia, a técnica de densidade além de baratear o custo do biodiesel é bem mais rápida. Para pequenos produtores onde a quantificação por cromatografia gasosa seja inviável, a técnica de densidade é bastante adequada.

REFERÊNCIAS

Froehner, Sandro; Leithold, Juliana; Lima Júnior, Luiz Fernando (2007), "Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade". Química nova, 8, 2016-2019.

Aluno: Daria

Texto inicial

Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade

Um dos problemas enfrentados pela sociedade é a escassez de fontes renováveis de energia, além da energia hidrelétrica e nuclear poucas são as opções. Atualmente o petróleo é uma das principais fontes de energia utilizada e não é renovável. O diesel, que é derivado do petróleo, também é um exemplo. Com o intuito de diminuir o uso dessas energias muitos pesquisadores vêm estudando novas formas de energia como, por exemplo, o biodiesel. O problema encontrado por eles é a quantificação do biodiesel.

O biodiesel é um conjunto de ésteres de ácido graxo obtido por meio da reação de transesterificação de óleos vegetais, virgens ou usados. A forma encontrada para quantificar estes ésteres é a cromatografia gasosa. Este método é composto por uma fase estacionária, que não reage com o objeto de estudo, e uma fase móvel, que passará pela outra fase.

Esta técnica é simples e eficaz além de ter resultados confiáveis, ou seja, que são próximos aos normatizados pela ANP (Agência Nacional do Petróleo). Porém tem custos elevados se tomarmos como exemplo uma pequena empresa. Por essa razão buscou-se outro método para realizar a quantificação dos ésteres.

A densidade e viscosidade de um éster de ácido graxo variam com relação à de um éster puro, então esta propriedade pode ser utilizada para quantificá-los. A medida de densidade é um método analítico eficiente, rápido e de baixo custo para a determinação da qualidade e pureza do biodiesel.

No entanto, a relação entre densidade e fração de éster só é válida quando se obtém uma fração de éster maior do que 85%. Caso contrário interações entre os glicerídeos, ésteres e glicerina podem ocorrer e interferir na densidade medida. Mas no caso de ésteres de ácido graxo obtidos para o uso como combustível a porcentagem estará sempre acima de 85% no produto final purificado.

Comparando os valores de pureza obtidos pela cromatografia gasosa e pela medida de densidade encontra-se uma diferença pequena. Portanto os resultados são confiáveis.

Contudo a medida de densidade apesar de ser restrita a porcentagens acima de 85% de ésteres é um método confiável, simples, rápido e com custos baixos. Portanto esta técnica pode ser utilizada para obter a medida de pureza do biodiesel assim como as outras.

Texto final

A quantificação do grau de pureza biodiesel

Nos dias atuais uma das fontes de energia mais utilizada mundialmente é o petróleo, um combustível fóssil que demora de 10 a 400 milhões de anos para se formar. Ele é considerado uma fonte de energia não renovável e muitos estudiosos já afirmam que irá se esgotar em menos de cinquenta anos caso o mundo não o utilize com maior consciência e caso não sejam encontrada mais jazidas. Por essa razão a sociedade buscou novas fontes de energia que fossem renováveis, como o gás natural.

O motor reator de Rudolf Diesel foi primeiramente alimentado com óleo vegetal (biodiesel da época), porém teve um baixo rendimento comparado ao diesel, derivado do petróleo. Isso ocorreu, pois o óleo bruto não tem as características necessárias para que sua queima seja rentável. Ao final do século XX o biodiesel voltou a ser estudado e tornou-se um combustível alternativo ao diesel.

Esse biocombustível é produzido por meio da reação de transesterificação dos glicerídeos de óleos vegetais e/ou gorduras animais. Os óleos vegetais têm origem das sementes de plantas oleaginosas, as gorduras animais são obtidas de tecidos animais. Ambas as matérias primas citadas são consideradas renováveis, isso torna a produção e utilização do biodiesel ainda mais viável.

A reação de transesterificação ocorre entre glicerídeos e álcool na presença de catalisador básico. O produto obtido ao final da reação são os ésteres de ácidos graxos e a glicerina, o biodiesel é o próprio éster. A glicerina obtida não é interessante à produção do combustível, porém depois de purificada ela pode ser reutilizada por indústrias de cosméticos.

A reação em si é simples, a maior dificuldade encontrada é a quantificação do grau de pureza dos ésteres formados. Para tanto se utiliza, frequentemente, a cromatografia gasosa.

O procedimento da cromatografia gasosa ocorre em duas partes, primeiro são analisadas soluções padrões, depois a amostra estudada. Os resultados obtidos pela segunda parte do experimento são comparados aos resultados padrões e se determina então quais as substâncias presentes na solução. Esse método de análise é eficiente e tem resultados confiáveis, porém não é rápida e tão pouco comum.

Porém para uma empresa que produz biodiesel em baixa escala, a cromatografia gasosa torna-se inviável, já que o custo dos aparatos utilizados é elevado. Por essa razão os autores do artigo “*Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade*” buscaram apresentar a densidade como método alternativo a cromatografia gasosa.

Essa característica foi escolhida para tanto pois o grau de pureza dos ésteres influencia diretamente em sua densidade e viscosidade. Estudos feitos por De Filippis et al* sobre a viscosidade dessas substâncias já confirmaram que quanto menor o grau de pureza do éster maior a diferença na viscosidade da substância com relação a mesma pura.

A densidade, dada pela razão entre massa e volume, é obtida através do método de picnometria. Essa técnica consiste em mensurar a diferença entre o peso do picnômetro vazio e o peso medido com o éster e dividi-la pelo volume da vidraria, o valor resultante desse cálculo é a densidade.

A técnica analítica da densidade para ésteres só é válida quando o grau de pureza desses compostos está acima de 85%. E também só é viável utilizá-la quando se trata de uma produção de biodiesel em baixa escala. A última condição foi o motivo pelo qual o método foi estudado pelos autores. Além disso, como o objetivo é a produção do biodiesel a pureza do éster obtido sempre estará acima de 85%.

Para verificar se os resultados obtidos pela densidade seriam confiáveis, os autores realizaram primeiramente a análise da pureza por meio da cromatografia gasosa. Depois disso, alíquotas do produto final da transesterificação foram analisadas pelo método da picnometria.

Realizou-se a reação de transesterificação com óleos vegetais que já haviam sido usados em fritura e com óleos puros (comprados em mercado). O processo para o óleo puro e usado foi o mesmo e ao final das análises os valores do grau de pureza para ambos os óleos, analisados por ambos os métodos, foi muito próximo. Para o óleo vegetal puro foram obtidos os seguintes valores de fração de éster pelo método da cromatografia e densidade, respectivamente:

- Amostra 1 – 98,21; 97,83;
- Amostra 2 – 96,32; 96,61;
- Amostra 3 – 94,65; 95,84.

Como pode ser notado os valores foram muito próximos. A mesma disposição de dados foi feita para o óleo vegetal usado em fritura e observou-se uma relação muito próxima:

- Amostra 1 – 90,12; 89,41;
- Amostra 2 – 90,78; 90,02;
- Amostra 3 – 94,21; 94,46.

Portanto, a técnica da densidade é rápida, eficaz e tem baixo custo. Também se notou através da comparação de valores obtidos pela cromatografia gasosa (metodologia padrão) e pela picnometria (metodologia alternativa a cromatografia gasosa) que a densidade do biodiesel pode sim ser utilizada como forma de quantificar o grau de pureza deste combustível.

*De Filippis, P.; Giavarini, C; Scarsella, M.; Sorrentino, M.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* **1995**, 72, 1399.

Grupo G5

Questão: Como fazer a purificação do biodiesel?

Aluno: Karolina

Texto inicial

Argumentação do artigo científico: Utilização de argilas para purificação de biodiesel

O método mais utilizado para redução da viscosidade de óleos vegetais para uso como biodiesel é a reação de transesterificação com etanol ou metanol para que este possa ser usado sem provocar danos à câmara de combustão ou a outras partes dos motores, porém para atender todas as características de pureza exigidas pelos órgãos reguladores, o processo de purificação úmida é feito após a transesterificação. Este processo é feito através da lavagem com água, entretanto, apresenta muitas desvantagens, pois são utilizadas grandes quantidades de água e há possibilidade de formação de emulsões estáveis.

Com isso, o autor do artigo descreve um método alternativo para purificação, o uso de argilas brasileiras (baxita, bentonita e atapulgita) realizado por adsorção. Este processo elimina os custos com a secagem do biodiesel, com o tratamento de efluentes gerados e ainda há a possibilidade de reutilizar a argila após reativação.

Após a purificação com os dois métodos citados, o autor avalia e compara a eficiência de ambos usando os seguintes parâmetros: remoção de material insaponificável, contaminação total, glicerina livre e sabão.

Com os resultados, foi possível observar que usando a purificação com a bentonita obteve-se melhor resultado em porcentagem de contaminação total e glicerina livre, enquanto a menor taxa de redução de

glicerina livre foi usando a bauxita. Ao comparar a quantidade de sabão e o teor de material insaponificável, todas as argilas tiveram bons resultados, especialmente a bentonita que removeu 100% do sabão formado. Já nos valores de acidez o uso da bentonita foi o mais elevado e quanto ao teor de água o valor mais elevado foi usando a atapulgita.

Assim, o uso de argilas na purificação a seco pode ser substituído pelo uso da lavagem úmida, pois além de se obter bons resultados, é uma alternativa mais correta ambientalmente e econômica, pois possuem baixo custo e podem ser reutilizáveis.

Texto final

Argila, um novo método para purificação do biodiesel?

Dado: Uso de argila para purificar o biodiesel

Tese: Existem métodos alternativos para purificação do biodiesel?

O método mais utilizado atualmente para reduzir a viscosidade de óleos vegetais, que serão usados na produção do biodiesel é a reação de transesterificação, que é a reação entre álcool e um éster, formando outro álcool e outro éster, podendo este primeiro álcool ser o etanol ou metanol.

Para o biodiesel ser usado no lugar do diesel comum sem provocar danos à câmara de combustão ou às outras partes dos motores e para se tornar competitivo no mercado, ele precisa atender todas as características de pureza e especificações exigidas pelos órgãos reguladores, como por exemplo a ANP (agência nacional de petróleo).

Tais características de pureza podem ser obtidas depois do processo de purificação úmida, que é feito após a transesterificação. Este processo é realizado através da lavagem com água, entretanto, apresenta muitas desvantagens, como por exemplo, há possibilidade de formação de emulsões estáveis e a utilização de grandes quantidades de água, gerando um volume de resíduo que precisa ser tratado antes de ser descartado (aumentando também o custo do processo).

Pensando nessas desvantagens, um método alternativo para purificação a seco foi testado, utilizando três tipos de argilas brasileiras: a bauxita, a bentonita e a atapulgita, purificando o biodiesel por adsorção (adesão das impurezas do fluido a uma superfície sólida, por suas porosidades). Este processo elimina os custos com a secagem do biodiesel, com o tratamento de efluentes gerados e ainda há a possibilidade de reutilizar a argila após reativação, ou seja, após um tratamento adequado, ela está pronta para reuso.

Além de tudo, as argilas brasileiras têm baixo custo e são usadas em diversas aplicações como: fabricação de cerâmicas, recuperação de óleos, remoção de fenóis e corantes em efluentes, impermeabilização de aterros sanitários, entre outras.

O óleo novo, o usado (que foi transformado em biodiesel) e o biodiesel (antes da purificação) foram avaliados em alguns parâmetros (acidez, porcentagem de água, viscosidade cinemática, índice de refração e densidade). O óleo usado apresentou características apropriadas com seu tempo de uso. O biodiesel apresentou um valor significativamente menor no teor de acidez, pelo uso do catalisador alcalino na transesterificação, além da porcentagem de água ser superior ao limite exigido (0,05%), podendo favorecer a reação de hidrólise dos ésteres e também pode acelerar a oxidação de algumas peças do motor do automóvel que entra em contato com o combustível. Entretanto, os outros fatores: viscosidade, índice de refração e densidade estavam dentro dos padrões.

A conversão do óleo em ésteres metílico foi determinada por Ressonância Magnética Nuclear e mostrou que a taxa de conversão foi de 83,92%, muito abaixo do recomendado, que seria no mínimo 96,5%, porém o intuito da avaliação dos resultados é verificar a eficiência dos métodos de purificação e por isso, a baixa

taxa de conversão não tem tanta relevância.

O biodiesel foi tratado individualmente em cada método e após a purificação com os dois principais métodos citados (a purificação úmida, feita com água e a purificação seca, com argilas), foram avaliados e comparados a eficiência de ambos seguindo os parâmetros: remoção de material insaponificável, contaminação total, glicerina livre e sabão.

Um terceiro método foi avaliado, porém este possui menor relevância, pois se trata da purificação por destilação e esse procedimento provoca degradação dos ésteres e forma produtos de odor forte e irritante.

Com os resultados dos parâmetros analisados em mãos, foi possível observar que a purificação com a bentonita obteve-se melhor resultado em porcentagem de contaminação total e glicerina livre, apesar de todos os métodos terem mostrado remoção significativa. Enquanto a menor taxa de redução de glicerina livre foi usando a bauxita.

A determinação da glicerina residual serve para avaliar a eficiência do processo de purificação, pois altas concentrações de glicerina provocam problemas de armazenamento, formação de depósitos, entupimento dos bicos injetores em motores e emissão de aldeídos.

Ao comparar a quantidade de sabão, todas as argilas tiveram bons resultados, especialmente a bentonita que removeu 100% do sabão formado (a bauxita removeu 97,8% e a atapulgita 98,8%). Os resultados dos teores de material insaponificável não foram tão bons quanto o desejado e esse alto valor é por causa dos métodos de purificação e não da matéria-prima.

Já nos valores de acidez, todos os métodos de purificação tiveram redução após a transesterificação, porém com a bentonita houve um aumento nesse valor. Quanto ao teor de água o segundo valor mais elevado foi usando a atapulgita, só não foi maior que o da lavagem úmida (acima de 1%, valor muito superior ao exigido pela agência reguladora). Entretanto, em todos os métodos os ésteres purificados com argilas haviam traços de água, mesmo após a secagem, porém esse alto valor obtido pode ser explicado pela absorção de umidade do meio, já que o experimento foi realizado em um sistema aberto e a temperatura ambiente.

Assim, certamente é possível dizer que, o processo de purificação úmida do biodiesel, pode ser substituído pelo processo de purificação a seco com as argilas. Por que além de se obter bons resultados, comparando ambos os métodos, é uma alternativa mais correta ambientalmente (se economiza água e reduz os resíduos gerados) e econômica, pois possuem baixo custo e podem ser reutilizáveis.

Aluno: Felix

Texto inicial

Utilização de argilas para purificação de biodiesel

Óleos vegetais podem ser utilizados como biocombustíveis para motores de combustão interna, para isso, precisam ter sua viscosidade reduzida. Este processo é geralmente feito pela reação de transesterificação dos óleos com etanol ou metanol, gerando mono ésteres de ácidos graxos, que apresentam características físicas e químicas bastante similares às do óleo diesel. O conjunto destes ésteres por sua vez recebe o nome de biodiesel.

Para que o biodiesel possa ter uma qualidade competitiva no mercado, este deve estar isento de impurezas que possam provocar danos nos motores, pela formação de incrustações, corrosividade, dentre outros aspectos. De maneira geral, estas impurezas constituem-se de materiais insaponificáveis, resíduos

de catalisadores, álcool residual, água emulsificada, glicerina e ácidos graxos livres.

Existem diversas maneiras de realizar-se a purificação do biodiesel, sendo que a lavagem com água é utilizada largamente pelas indústrias. Apesar de comum, este método envolve uma série de desvantagens, como a possibilidade de formação de emulsões estáveis, assim como uma geração grande de efluentes que oneram a produção.

A destilação pode ser utilizada para esta finalidade, no entanto, além de apresentar elevado custo operacional, este processo favorece a termoxidação e decomposição dos ésteres. A melhor alternativa aparente é a lavagem a seco, por meio de adsorção, utilizando argilas ou resinas de troca iônica.

Além de tornar a purificação mais rápida, o processo de adsorção elimina custos de secagem do biodiesel e de tratamento de efluentes gerados.

A utilização de resinas de troca iônicas pode ter um custo bastante elevado, já que estas são produzidas sinteticamente e comercializadas em escala insuficientemente grande para reduzir seu custo. As substituições dessas resinas por certas argilas brasileiras tornam este processo mais vantajoso, levando em conta que estas são encontradas abundantemente e possuem valor de comércio reduzido frente às resinas sintéticas.

As argilas são largamente empregadas em processos químicos industriais, com grande eficiência. Na purificação de biodiesel, existem estudos que apontam para vantagens frente aos outros métodos, principalmente em relação à lavagem com água. Com o aperfeiçoamento do método, a produção de biodiesel poderá se tornar mais competitiva, fornecendo um produto de qualidade igual ou superior ao diesel tradicional.

Texto final

A RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO DE ALGUNS MÉTODOS PARA PURIFICAÇÃO DE BIODIESEL

Um dos maiores problemas energéticos encontrados nos últimos tempos é a busca de combustíveis cuja obtenção e utilização causem menores impactos no meio ambiente, em relação aos combustíveis fósseis. Estes, provenientes de fontes não renováveis (como o petróleo), causam problemas ambientais desde a extração da matéria prima e processamento industrial, até sua utilização em motores. Uma das alternativas estudadas e empregadas há algum tempo, refere-se à utilização do biodiesel, substituindo o diesel convencional (derivado do petróleo).

Óleos vegetais podem ser utilizados como biocombustíveis para motores de combustão interna, para isso, precisam ter sua viscosidade reduzida. Este processo é geralmente feito pela reação de transesterificação dos óleos com etanol ou metanol, mas existem outros métodos como a diluição e craqueamento catalítico. A vantagem do processo de transesterificação está na produção de mono ésteres de ácidos graxos, que apresentam características físicas e químicas bastante similares às do óleo diesel. Deste modo, tais ésteres podem ser utilizados para alimentar motores do ciclo diesel sem alterações. O conjunto destes ésteres por sua vez recebe o nome de biodiesel.

Segundo Herrera (1995), para que o biodiesel possa ter uma qualidade competitiva no mercado, este deve estar isento de impurezas que possam provocar danos nos motores, pela formação de incrustações e entupimento de bicos injetores, corrosividade e danos à câmara de combustão, dentre outros aspectos. De maneira geral, estas impurezas constituem-se de materiais insaponificáveis (oriundos da própria matéria prima), resíduos de catalisadores, álcool residual e outros subprodutos. No caso de óleos vegetais de fritura, há ainda a possibilidade da presença de compostos polares e glicerina livre, formados pela termoxidação.

Existem diversas maneiras de realizar-se a purificação do biodiesel, sendo que a lavagem com água é utilizada largamente pelas indústrias, já que este solvente tem a capacidade de reter a maior parte das impurezas encontradas no biodiesel. Apesar de comum, este método envolve uma série de desvantagens,

como a possibilidade de formação de emulsões estáveis, assim como uma geração grande de efluentes que necessitam de tratamento adequado, onerando a produção. A presença de água pode também provocar a hidrólise dos ésteres, gerando ácidos graxos livres, além de criar um meio favorável para proliferação de micro-organismos. A carência de métodos alternativos viáveis faz com que o meio industrial adote a lavagem com água como método padrão de purificação de biodiesel, apesar de sua inconveniência.

A destilação pode ser utilizada para esta finalidade, separando os ésteres das diversas impurezas. No entanto, além de apresentar elevado custo operacional (devido ao fornecimento constante de calor), este processo favorece a termoxidação e decomposição dos ésteres, ao expô-los a elevadas temperaturas, necessárias para volatilização do líquido.

Segundo pesquisadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a melhor alternativa aparente é a lavagem a seco, por meio de adsorção, utilizando argilas ou resinas de troca iônica. Estes compostos sólidos têm características estruturais que permitem a adesão de moléculas em sua superfície, realizando a remoção de impurezas pela interação entre a fase líquida (biodiesel bruto) e a fase sólida (compostos adsorventes).

Além de tornar a purificação mais rápida (já que pode ser adotada purificação em fluxo contínuo), o processo de adsorção elimina custos de secagem do biodiesel (remoção de água residual) e de tratamento de efluentes gerados, reduzindo o preço do produto final e aumentando sua competitividade. A utilização de resinas de troca iônicas pode ter um custo bastante elevado, já que estas são produzidas sinteticamente e comercializadas em escala insuficientemente grande para reduzir seu custo. A substituição dessas resinas por certas argilas brasileiras (como a bentonita e atapulgita) pode ser feita sem danos à eficiência do método, tornando este processo mais vantajoso, levando em conta que estas são encontradas abundantemente e possuem valor de comércio bastante reduzido frente às resinas sintéticas.

As argilas brasileiras são largamente empregadas em processos químicos e físicos industriais, com grande aceitação. Sua aplicação em operações unitárias comuns, como filtração, se torna cada vez mais comuns, devido às vantagens relativas à eficiência e ao custo de sua utilização. Seguramente, estas argilas podem substituir resinas de troca iônica, bastante caras, em diversas aplicações industriais, sem qualquer prejuízo ao produto final. Isto é possível graças à fácil obtenção destes minerais em território nacional, em diversas regiões, que possibilita um custo bastante acessível e redução de fatores relacionados à transporte e distribuição.

Para a purificação de biodiesel, existem diversos trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais que demonstram a eficiência da utilização de argilas como adsorventes no processo de lavagem a seco. As vantagens deste método se tornam ainda mais evidentes quando comparados aos demais meios. A lavagem com água permanece claramente como método "padrão" de purificação devido à carência de outros modos de purificação, já que a água em si traz diversos problemas relacionados à qualidade do combustível e também ao custo de sua produção.

Assim, diversos indicadores apontam para as vantagens da utilização de argilas para purificação de biodiesel, sendo que diversos estudos que são frequentemente divulgados, contribuem cada vez mais para o aperfeiçoamento deste método. A produção e comercialização de biodiesel se aprimoram aos poucos, convergindo para um produto de excelente qualidade técnica e com um impacto reduzido sobre o meio ambiente.

---

*De Filippis, P.; Giavarini, C; Scarsella, M.; Sorrentino, M.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* **1995**, 72, 1399.

Aluno: Maja

Texto inicial

Utilização de argilas para purificação de biodiesel

Óleos vegetais podem ser utilizados como biocombustíveis para motores de combustão interna, assim, necessitam ter sua viscosidade reduzida. Usualmente este processo é realizado pela reação de transesterificação dos óleos com etanol ou metanol, gerando mono ésteres de ácidos graxos, que apresentam características físico-químicas similares às do óleo diesel. O conjunto destes ésteres recebe o nome de biodiesel.

Para que o biodiesel possa ter uma qualidade competitiva no mercado, este deve estar isento de impurezas que possam provocar danos nos motores, pela formação de incrustações, corrosividade, entre outros. De modo geral, estas impurezas são constituídas de materiais insaponificáveis, glicerina, água emulsificada, resíduos de catalisadores e ácidos graxos livres.

Existem várias técnicas para realizar a purificação do biodiesel, sendo que a lavagem com água é a mais utilizada nas indústrias. Este método envolve uma série de desvantagens, apesar de sua larga utilização, como a possibilidade de formação de emulsões estáveis e como a geração grande de efluentes que oneram a produção.

Para esta finalidade, pode-se utilizar a destilação, porém, este processo favorece a termoxidação e decomposição dos ésteres, além de apresentar elevado custo operacional. Assim, aparentemente, a melhor alternativa é a utilização de argilas ou resinas de troca iônica para realizar a lavagem a seco, por meio de adsorção.

Além de tornar a purificação mais rápida, o processo de adsorção elimina custos de secagem do biodiesel e de tratamento de efluentes gerados. A utilização de resinas de troca iônicas pode ter um custo bastante elevado, já que estas são produzidas sinteticamente e comercializadas em escala insuficientemente grande para reduzir seu custo. A substituição dessas resinas por certas argilas brasileiras, como bauxita e atapulgita ativadas, tornam este processo mais vantajoso, visto que estas são encontradas em abundância e possuem valor de comercial reduzido comparado às resinas sintéticas.

Por apresentar grande eficiência, as argilas são largamente empregadas em processos químicos industriais. Na purificação de biodiesel, existem estudos que apontam vantagens frente aos outros métodos, principalmente em relação à lavagem com água. Com o aperfeiçoamento do método, a produção de biodiesel pode se tornar mais competitiva, fornecendo um produto de qualidade igual ou superior ao diesel tradicional e com um custo mais baixo de produção.

Texto final

UTILIZAÇÃO DE ARGILAS PARA PURIFICAÇÃO DE BIODIESEL

Óleos vegetais podem ser utilizados como biocombustíveis para motores de combustão interna, assim, necessitam ter sua viscosidade reduzida. Usualmente este processo é realizado pela reação de transesterificação dos óleos com etanol ou metanol, gerando mono ésteres de ácidos graxos, que apresentam características físico-químicas similares às do óleo diesel. O conjunto destes ésteres recebe o nome de biodiesel.

Para que o biodiesel possa ter uma qualidade competitiva no mercado, este deve estar isento de impurezas que possam provocar danos nos motores, pela formação de incrustações, corrosividade, entre outros. De modo geral, estas impurezas são constituídas de materiais insaponificáveis, glicerina, água emulsificada, resíduos de catalisadores e ácidos graxos livres.

Existem várias técnicas para realizar a purificação do biodiesel, sendo que a lavagem com água é a mais utilizada nas indústrias. Este método envolve uma série de desvantagens, apesar de sua larga utilização, como a possibilidade de formação de emulsões estáveis e como a geração grande de efluentes que oneram a produção e o tratamento destes a tornam financeiramente desvantajosa também.

Para esta finalidade, pode-se utilizar a destilação, porém, este processo favorece a termoxidação e decomposição dos ésteres, além de apresentar elevado custo operacional. Assim, aparentemente, a melhor alternativa é a utilização de argilas ou resinas de troca iônica para realizar a lavagem a seco, por meio de adsorção.

Além de tornar a purificação mais rápida e reduzir a energia necessária para o processo de purificação, o processo de adsorção elimina custos de secagem do biodiesel e de tratamento de efluentes gerados. A utilização de resinas de troca iônicas pode ter um custo bastante elevado, já que estas são produzidas sinteticamente e comercializadas em escala insuficientemente grande para reduzir seu custo. A substituição dessas resinas por certas argilas brasileiras, como bauxita, bentonita e atapulgita ativadas, tornam este processo mais vantajoso, visto que estas são encontradas em abundância e possuem valor comercial reduzido comparado às resinas sintéticas (a bentonita, por exemplo, pode ser reutilizada, tornando seu custo benefício ainda mais vantajoso).

Foram comparados três procedimentos para purificação do biodiesel, lavagem com água, destilação e adsorção, em cada procedimento o biodiesel bruto (somente glicerina removida) foi individualmente tratado. Durante o processo de transesterificação dos ésteres há um grande aumento nas impurezas, isso se deve aos sabões formados durante a reação, resíduos de catalisador e traços de glicerina emulsificada. A alta concentração de glicerina provoca problemas de armazenamento pois esta se separa nos tanques de estocamento.

Todos os métodos de purificação se mostraram muito efetivos na remoção dos teores de contaminação total e de glicerina livre porém os tratamentos por destilação e adsorção com bentonita se mostraram mais efetivos. Já a adsorção com bauxita foi a que se mostrou mais eficaz na remoção da glicerina livre. A quantidade de sabões nos ésteres também apresentou uma redução mais significativa no processo a seco, principalmente com a utilização da bentonita que apresentou uma redução de 100% do sabão formado. A presença de sabão residual pode interferir na qualidade do biodiesel, pois devido a formação de emulsões a concentração de glicerina no biodiesel aumenta.

Os materiais insaponificáveis apresentam ponto de ebulição mais elevado e criam resíduos em motores, resultando no processo de abrasão, sendo assim, sua remoção é de suma importância. Para os ésteres tratados pelos diferentes métodos o que obteve melhor resultado foram os tratados por meio da destilação.

O uso de purificação a seco de biodiesel deixou evidente boas perspectivas de aplicações, principalmente por diminuir gastos com tratamentos de águas residuais. Nas condições experimentais usadas, houve pequenas alterações nos valores de acidez e do teor de água nos ésteres purificados. O tratamento do biodiesel com a utilização das argilas na purificação dos ésteres também contribuiu para o aumento de traços de água que possivelmente pode ser atribuído à adsorção de umidade do meio, uma vez que os experimentos foram realizados em sistema aberto e à temperatura ambiente.

Ao final dos experimentos, foi possível observar que a lavagem com água quente foi muito eficaz na remoção das impurezas avaliadas (material insaponificável, contaminação total, teores de sabão e de glicerina). Já a fração destilada, os melhores resultados obtidos foram na remoção da contaminação total. No método a seco, notou-se que a bauxita se destacou na remoção de glicerina livre e todos os demais adsorventes foram eficazes na remoção de sabão, com a bentonita se destacando nesse aspecto.

Tendo em vista que o método mais comum, lavagem com água, utiliza uma enorme quantidade de água e assim gera uma enorme quantidade de resíduos que necessitam de tratamento para que sejam descartados corretamente, este método se torna inviável ambiental e economicamente. Juntando estes dados experimentais com o fator econômico (baixo custo das argilas brasileiras e a possibilidade de reutilização após reativação) e fator ambiental, o método de purificação a seco com a utilização de argilas para adsorção se mostra viável.

Por apresentar grande eficiência, as argilas são largamente empregadas em processos químicos industriais. Na purificação de biodiesel, existem estudos que apontam vantagens frente aos outros métodos, principalmente em relação à lavagem com água. Com o aperfeiçoamento do método, a produção de biodiesel pode se tornar mais competitiva, fornecendo um produto de qualidade igual ou superior ao diesel tradicional e com um custo mais baixo de produção.

Aluno: Lívia

Texto inicial

Quais os melhores métodos alternativos para purificação do biodiesel?

Através dos estudos e pesquisas realizadas no artigo concluiu-se que os métodos mais eficazes para a purificação do biodiesel são aqueles realizados com argilas, que além de eficientes, são mais baratos do que os métodos utilizados atualmente, devido ao baixo custo das argilas brasileiras que foram usadas nos testes.

Os tratamentos por adsorção com bentonita e por destilação foram mais eficazes na remoção dos teores de contaminação total e da glicerina livre do biodiesel bruto, apesar de todos os métodos terem atingido bons resultados.

Em relação à bentonita podemos ainda ressaltar, sua eficiência na remoção do sabão que foi de 100%, enquanto a bauxita e a atapulgita removeram 97,8 e 98,8% respectivamente.

Texto final

Métodos para purificação do biodiesel

Tem-se discutido muito a respeito da utilização de novas fontes de energia, principalmente as renováveis, visando maior sustentabilidade e preservação do meio ambiente. O que colocou em pauta o biodiesel, que vem ganhando notoriedade e espaço no mercado conforme seu aprimoramento, já que é um bicomcombustível, ou seja, um combustível de origem vegetal, não fóssil. É renovável e biodegradável, ecologicamente correto, o que o coloca em vantagem em relação ao diesel comum.

O biodiesel é obtido a partir da reação química de lipídios, óleos ou gorduras, de origem animal ou vegetal com álcool, resumindo, é formado a partir da reação de um éster com álcool formando um novo éster e um novo álcool. Essa reação é conhecida como transesterificação, além disso, é utilizado, geralmente, um catalisador para acelerar tal processo. Pode ser obtido também através de outros processos como esterificação e craqueamento.

O principal objetivo do biodiesel é substituir parcial ou totalmente o diesel padrão, por apresentar certas características que o colocam em vantagem, portanto é de extrema importância uma produção e uma purificação adequada para que se forme um produto eficiente em tal substituição. Porém, assim como apresenta vantagens também possui algumas desvantagens, como, por exemplo, as impurezas oriundas da matéria-prima, entre outras. Por isso esse combustível tem enfrentado dificuldades ao ser trocado, definitivamente, pelo diesel e tem ganhado mais espaço entre pesquisas, para evoluir e atingir o objetivo principal.

Atualmente, o biodiesel é misturado ao diesel em uma pequena porcentagem, apenas 5% na maioria das misturas, o que ainda é insatisfatório. Para que essa troca seja possível, é necessário um biodiesel isento de impurezas, já que estas podem ser prejudiciais ao motor que utilizá-lo, por exemplo, pode causar danos aos bicos injetores, à câmara de combustão e a todas as partes as quais o combustível percorrer no sistema.

Visando a obtenção de um combustível de melhor qualidade possível, para evitar problemas em sua utilização, alguns cuidados devem ser tomados ao se produzir o biodiesel, tais quais a, reação de transesterificação deve ser completa, eliminando completamente ácidos graxos remanescentes e, os ésteres devem estar altamente puros, contendo apenas traços de glicerina de catalisador residual ou de álcool. Se isso não ocorrer, o biodiesel será impróprio para uso, acarretando a não substituição do diesel, já que um biodiesel ruim pode ter suas características físico-químicas alteradas e danificar seriamente todo um maquinário.

O método mais utilizado atualmente para purificação, é o de lavagem com água (devido à carência de outras alternativas), mas não melhor, pois apresenta diversas desvantagens, tanto econômicas quanto ambientais, além de apresentar um produto com alto índice de hidratação, o que é um ponto negativo na avaliação final. Uma alternativa para esse problema é a lavagem por adsorção (a seco), em vez da com água, utilizando argilas, por exemplo, ou ainda bauxita e lateritos.

A utilização de argilas na purificação do biodiesel é um método que tem sido pesquisado e ganhado credibilidade, devido à redução de custos em relação à secagem e principalmente por não gerar efluentes, o que é bom financeira e ecologicamente, pois a geração de efluentes prejudica gravemente o meio ambiente e não pode ser descartado sem tratamento, gerando gastos exorbitantes para resolver tal problema, assim ao utilizar argilas dois problemas notáveis seriam resolvidos.

As argilas são minerais utilizados pela humanidade há muito tempo com aplicação em variadas áreas. Por isso, teve-se a ideia de testá-la na purificação do biodiesel, com o intuito de descobrir novos e eficientes métodos para tal purificação já que este material é bastante viável economicamente, principalmente se

tratando das argilas brasileiras como a bentonita, que custa em torno de 150 dólares a tonelada e ainda apresenta a possibilidade de reutilização no processo após reativação.

Outras argilas que também foram testadas são a atapulgita e a terra fuller, que também tem como vantagem assim como a bentonita a sua reutilização após o processo de reativação. Por outro lado a avaliação da atapulgita, dentre as argilas, é a que apresenta maior acumulo de água, mesmo sendo submetido à secagem, isso deve-se à absorção de água do meio externo já que os experimentos realizados para chegar a tal conclusão foram feitos em sistema aberto.

Apesar do grande enfoque que deve ser dado ao método de purificação com argilas (a seco) também existem outros que não devem ser esquecidos, como lavagem com água quente, e o método da fração destilada. Todas essas maneiras são avaliadas e colocadas em questão quando discute-se o melhor método de purificação de biodiesel e partir da comparação de todos, ainda não chegou-se a nenhum consenso claro que qual é o melhor e mais apropriado, por todos apresentarem vantagens e desvantagens. Porém, conclui-se que a lavagem com água quente é bastante eficiente na remoção de impurezas, apesar de ser caro. Por outro lado temos o método de fração destilada que foi o mais notável na remoção da contaminação total, e por fim as argilas. A bauxita e a atapulgita ativadas e a bentonita *in natura*, se destacaram na remoção da glicerina livre e todos os adsorventes na remoção de sabão, principalmente a bentonita. Assim, deve ser avaliado as prioridades ao se escolher o melhor método, sempre pensando nos aspectos ambientais e econômicos.