

REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

ISSN 2447-6099

01

POLÍMEROS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ATENÇÕES VOLTADAS AO ENEM (1998-2018)

POLYMERS IN THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION: WATCHING THE ENEM APPROACH (1998-2018)

RESUMO

Rosália Andrighetto

rosalia.andrighetto@uffs.edu.br

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo, RS, Brasil

Marilei Menin Maciel

marileimaciel@yahoo.com.br

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo, RS, Brasil

Este artigo é o recorte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Química Licenciatura desenvolvido com atenções voltadas ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Esse estudo teve por intenção lançar um olhar para a forma de abordagem aos polímeros e suas possíveis relações conceituais entre as disciplinas constituintes da área de Ciências da Natureza. As provas objetivas anuais do ENEM aplicadas no intervalo de tempo de 1998-2018, publicizadas no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, constituíram-se um recurso analítico-reflexivo neste estudo tendo em vista que o ENEM é um instrumento de avaliação de representativo impacto educacional e social de abrangência nacional e, desde 2009, constitui-se uma importante porta de entrada para Instituições de Ensino Superior (IES) – públicas e particulares. O levantamento quantitativo e a análise de conteúdo dos dados coletados, utilizando-se a presença de formas de linguagem relacionadas aos descritores polímeros e materiais poliméricos como parâmetro de busca, revelou que, de um total de 1314 questões avaliativas (QAs) presentes nas 26 provas analisadas, 37 QAs se enquadram nos parâmetros de busca e dessas um total de 33 QAs versam diretamente sobre polímeros, das quais 17 têm relação direta a aspectos em perspectiva da Educação Ambiental. Neste artigo apresentamos de forma resumida os destaques dessas QAs que versam sobre a temática polímeros.

Palavras-Chave: ENEM. Polímeros. Educação Ambiental. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This paper is the clipping of a study performed in the form of a work for course completion in Chemistry Graduation developed with attentions focused on the National High School Exam (NHSE). The purpose of this study was assay the way of approach to polymers and their possible conceptual relationships between the disciplines of Natural Sciences. The NHSE's annual exams, applied in the period 1998-2018, are published on the website of the Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, and were an analytical-reflexive resource in this study considering that NHSE is an instrument of evaluation of educational and social representative impact of national scope and since 2009 it has been an important gateway for Higher Education Institutions (HEIs) - public and private. The content analysis of the collected data, using the presence of language forms related to the descriptors polymer and polymeric materials, revealed that out of a total of 1314 evaluation questions (EQs) presented in the 26 exams analyzed, 37 EQs fit the search parameters, 33 EQs are directly related to polymers and 17 have perspective of Environmental Education. In this article we will present the highlights of these EQs.

Keywords: ENEM. Polymers. Environmental Education. Interdisciplinarity.



INTRODUÇÃO

Convivemos com polímeros desde sempre, uma vez que as proteínas, o DNA e os polissacarídeos que existem em nosso organismo, nos animais e vegetais, são exemplos de polímeros naturais (WAN, GALEMBECK e GALEMBECK, 2001). Os polímeros sintéticos estão presentes nos mais variados setores da nossa contemporânea e complexa sociedade (do cotidiano pessoal ao industrial, tecnológico, hospitalar, escolar, enfim, em todas as esferas da vida), constituindo-se o grupo de substâncias mais importante para a vida moderna que fazem parte do nosso dia a dia e têm sido propostos para os mais variados fins. Como exemplos de polímeros sintéticos têm-se os plásticos, borrachas, fibras, filmes, adesivos, tintas e vernizes.

Entretanto, se por um lado os polímeros proporcionam qualidade de vida em se tratando das questões ambientais eles incitam atenção e preocupação quanto ao descarte pós-consumo de acordo com as especificidades de cada material. Dentre as suas particularidades, tem-se o fato de que a grande maioria dos materiais poliméricos não é biodegradável, isto é, não é decomposta por microrganismos (como fungos e bactérias). Por isso permanecem por muitos anos (até mesmo por tempo indeterminado) conservando suas propriedades físico-químicas e, dessa forma, quando são descartados de maneira inadequada no ambiente (fauna e flora) continuam poluindo o ambiente e aumentando a quantidade de lixo e, por conseguinte, acarretando em diversos problemas de ordem ambiental e sanitária.

A Educação Ambiental (EA), por sua vez, tem papel fundamental tanto em âmbito escolar/acadêmico quanto social para a conscientização da valorização e preservação do ambiente. Dentre outros aspectos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) abordam as quatro premissas apontadas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) como eixos estruturais da educação na sociedade contemporânea: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser (BRASIL, 2000). Nesse contexto a EA, entendida como “práxis educativa e social” (LOUREIRO, 2011, p. 74), quando trabalhada de forma efetiva, abrange esses quatro alicerces. Sendo assim, os diferentes espaços educacionais (formal e não formal) são propícios à construção e consolidação de um processo de ensino e aprendizagem de forma contextualizada e vinculada à educação científica, tecnológica, social e ambiental e, além disso, dispõem de um público que pode atuar como multiplicador de ideias e ações ecologicamente corretas, constituindo-se, portanto, valiosos espaços por excelência para se vivenciar essa prática.

Portanto, considerando i) a relevância da articulação entre conteúdos específicos e a EA em todos os níveis e modalidades de ensino conforme os apontamentos legais, ii) o papel fundamental das Instituições de Ensino Superior (IES) no que se refere à promoção de ações que venham a contribuir para a práxis da EA no contexto acadêmico, escolar e social, e que iii) tais aspectos representam significativo valor educacional para a alteração de concepções e estratégias nas IES e, por conseguinte, nas escolas da Educação Básica e junto à sociedade, apresenta-se o recorte de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Química Licenciatura no qual o olhar esteve direcionado para o modo como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) expressa (ou não) em suas questões a temática polímeros, se essas contemplam abordagens com enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA) e suas possíveis relações conceituais entre as disciplinas constituintes da área de CN.

Assim, nesse contexto, entendendo a importância da dinâmica de materiais poliméricos como uma temática abrangente e diversificada com potencial para subsidiar e estruturar o processo de (re)construção e consolidação do conhecimento na perspectiva CTS/CTSA, a presente investigação guiou-se pelo seguinte questionamento norteador: Como é a abordagem aos polímeros e suas relações conceituais no ENEM?

Para tanto, realizamos a coleta e análise de dados junto aos cadernos de provas do ENEM desde o primeiro ano até o último anterior a esta escrita (1998-2018) e buscamos nessas provas questões avaliativas (QAs) que versam sobre polímeros intencionando o levantamento do modo de aproximação entre conteúdos específicos da área de Ciências da Natureza (CN) articulados pelo conceito integrador “polímeros”. Ao traçar o perfil dos enfoques dessas QAs, a partir deste artigo tenta-se demonstrar como a temática polímeros pode ser abordada no processo de ensino e aprendizagem na área de CN e contribuir com a comunidade de educadores químicos, indicando potenciais fontes de inspiração para abordagens interdisciplinares na preparação de suas aulas.

2 NOSSOS OBJETIVOS E PERCURSO METODOLÓGICO

As provas do ENEM, publicizadas no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), foram selecionadas como aporte analítico-reflexivo considerando-se que o ENEM tem representativo impacto educacional e social. Por esse motivo o consideramos uma referência potencialmente útil como recurso para a sinalização, quali e quantitativamente, dos modos de integração das disciplinas constituintes da área de CN, quer seja pelo conceito integrador “polímeros” em perspectiva CTS/CTSA ou não.

Guiando-se pelo propósito fundamental de verificar “se” e “de que maneira” é apresentada essa articulação nessa fonte de pesquisa (ENEM), salienta-se que não se teve por finalidade avaliar o mérito do ENEM nem (des)qualificar suas questões. A pesquisa foi orientada pelo objetivo de fomentar reflexões e subsidiar ações na intenção de contribuir para o todo e mais especificamente para a promoção de um ensino de Química contextualizado e interdisciplinar.

Dessa forma, buscou-se: i) apresentar um breve compilado de informações contidas em textos de divulgação científica, na legislação e documentos normatizadores para a EA brasileira; ii) ressaltar a vasta gama de aplicabilidade de materiais poliméricos e da sua íntima relação com a vida como um todo; iii) identificar se os polímeros são abordados em QAs nas provas do ENEM; iv) traçar o perfil dessas QAs que versam sobre polímeros e v) identificar as possíveis relações conceituais entre as disciplinas constituintes da área de CN mediadas pela articulação entre o conceito integrador “polímeros” na perspectiva CTS/CTSA.

Nesse sentido, a pesquisa caracteriza-se de cunho qualitativo do tipo documental e bibliográfica (LUDKE e ANDRÉ, 2013), tendo também o caráter quantitativo ao se apoiar em técnicas de coleta de dados, mediada pela análise nas provas do ENEM. Para enriquecer a leitura dos dados coletados e a identificação do que está sendo abordado, adotamos as etapas de método e técnica de análise de dados segundo a perspectiva proposta por Bardin (2006), organizadas e adaptadas em três fases, a saber: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

De modo que, no presente artigo intencionando promover o (re)conhecimento dos fundamentos da EA, apresenta-se inicialmente uma breve revisão da legislação e dos documentos normatizadores brasileiros – Consituição Federal (CF), Lei de Diretrizes e Bases (LDB), DCNs, PCNs e PCN+.

Sequencialmente descreve-se acerca da estrutura das provas do ENEM, coleta e análise das QAs que versam sobre polímeros. Para tal, buscou-se a presença de formas de linguagem que se enquadram no contexto relacionado aos descritores: polímero; materiais poliméricos; borracha; látex; celulose; plástico; sacola plástica; policloreto de vinila (PVC); politereftalato de etileno (PET); polietileno; fibra. A análise temporal foi compreendida entre 1998 e 2018. O período de escolha de análise justifica-se pelo ano de 1998 ter sido o ano inicial de aplicação do ENEM. Desse modo, pôde-se ter uma visão do perfil das QAs desde a primeira até a mais recente prova aplicada, na data de redação deste artigo, tendo sido analisados 26 cadernos de provas.

Em síntese, almeja-se difundir subsídios que levem a comunidade de profissionais diretamente envolvida no processo educacional a refletir sobre suas ações formativas frente à Educação Básica, Tecnológica e Superior. Para tal, o percurso metodológico, no que diz respeito à dinâmica de polímeros na perspectiva da EA, encontra-se estruturado nos pilares da fundamentação teórica e culmina em um olhar investigativo para identificar “se” e “de que maneira” os polímeros estão enfatizados em QAs do ENEM, trazendo à tona (ou não) questões de ordem interdisciplinar, tecnológica, social, ambiental e sanitária.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Legislação e a educação ambiental: uma breve revisão

A legislação brasileira ampara a EA seja na Constituição Federal (CF) de 1988, seja na Lei nº 9.394/1996 (LDB/1996), bem como nos instrumentos que norteiam o fazer pedagógico na escola, tais como os PCNs (legitimando a EA como prática interdisciplinar, explicitada na Lei nº 9.795/1999), as DCNs, o Plano Nacional de Educação (PNE) e o próprio Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola, visando à garantia do direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado para todos.

A Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, expedida pelo Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno (CNE/CP), estabelece as DCNs para a EA a serem observadas pelos sistemas de ensino e suas instituições de Educação Básica e de Educação Superior, orientando a implementação da EA determinada pela CF pela Lei nº 9.795/1999, a qual dispõe sobre a EA e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (BRASIL, 1999). Essas diretrizes estão em consonância com o disposto na alínea “c” do parágrafo 1º e na alínea “c” do parágrafo 2º do artigo 9º da Lei nº 4.024/1961, segundo a redação dada pela Lei nº 9.131/1995, e com os artigos 22 ao 57 da LDB/1996, fundamentados no Parecer do CNE/CP nº 14/2012 (BRASIL, 2012).

A EA foi instituída na PNEA, no ano de 1999. Na Lei nº 9.795/1999, a EA é declarada direito de todos (Art. 3º) e um “componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (Art. 2º). Entre os princípios dessa Lei estão incluídas questões inerentes à interdisciplinaridade.

3.2 Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

A LDB/1996, Art. 9º, inciso VI, já previa a criação de um sistema de avaliação, bem como seu objetivo, ao estabelecer que cabe à União “Assegurar processo nacional de avaliação do rendimento escolar no ensino fundamental, médio e superior, em colaboração com os sistemas de ensino, objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade do ensino” (BRASIL, 1996, p. 4).

A criação do SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) e do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), na década de 1990, permitiu pela primeira vez a realização de estudos em larga escala no Brasil. As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), Resolução CNE/CEB 2/2012, trazem de forma clara as funções que o ENEM deve assumir enquanto componente do SAEB.

O ENEM, criado a partir de princípios definidos na LDB/1996 e materializado na Portaria nº 438, de 28 de maio de 1998, do Ministério da Educação e do Desporto (MEC), começou a ser aplicado em 1998 com o objetivo de avaliar o domínio de competências dos estudantes concluintes do Ensino Médio (EM) com o intuito de melhorar a qualidade do ensino. A partir de 2009 o ENEM, com nova estruturação, passou a ser usado como meio de seleção para o ingresso em IES (públicas e particulares). Atualmente, por meio do Sistema de Seleção Unificada (SISU), o ENEM é a maior forma de ingresso ao Ensino Superior (ES) público no Brasil. Além de definir ingresso em IES, a nota do ENEM também

é usada por programas de bolsa, financiamento, intercâmbio e, quando possível, dentro dos critérios estabelecidos para este fim, utilizado para o cálculo do Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD) quando da avaliação de cursos de IES.

3.2.1 O ENEM no período de 1998-2008

Entre o intervalo de tempo de 1998 a 2008, o ENEM configurou-se um exame individual e de natureza voluntária, ofertado anualmente aos concluintes do EM no ano da realização do exame e aos que concluíram nos anos anteriores. “Era embasado nas competências e habilidades que o estruturavam e tinha por meta principal proporcionar uma referência para auto avaliação” (COSTA, 2015, p. 29), sem o objetivo de selecionar para o ES. As provas desse período eram estruturadas a partir de uma matriz de 21 habilidades, sendo que cada uma delas era avaliada por três questões. Assim, a parte objetiva das provas era composta por 63 itens (ditos interdisciplinares) de múltipla escolha aplicados em um único caderno.

3.2.2 O ENEM no período de 2009-2018

A partir de 2009, medidas governamentais estimularam o uso do ENEM não apenas como um processo de avaliação do Ensino Médio, mas como forma de acesso ao ES no Brasil (SILVEIRA, BARBOSA e SILVA, 2015). O MEC, com apoio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), apresentou a proposta de reformulação a partir da qual passou a constituir-se uma forma de seleção unificada nos processos seletivos das IES. A proposta teve como principais objetivos: democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ES; possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do EM.

A partir de 2009, as provas objetivas passaram a ser estruturadas em quatro matrizes, uma para cada área de conhecimento, sendo estas: Matemática e suas Tecnologias (MT); Ciências Humanas e suas Tecnologias (CHT); Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (LCT); Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Cada uma das quatro áreas é composta por 45 questões; cada um dos cadernos de avaliação é composto por duas áreas de conhecimento, totalizando 90 questões por caderno.

A partir de 2010 até os dias atuais o ENEM, tendo como finalidade principal a avaliação do desempenho escolar e acadêmico ao fim do EM, passou a ter duas aplicações: uma primeira aplicação (1ª) de prova é feita e, decorrido três dias após essa aplicação, uma segunda aplicação (2ª) é efetuada consistindo no ENEM para Pessoas Privadas de Liberdade (ENEM PPL) como, por exemplo, jovens sob medida socioeducativa com privação de liberdade.

3.3 Polímeros: um potencial conceito integrador para a EA

De acordo com Jacobi (2003) a EA é um processo intelectual de aprendizagem social que tem como base o diálogo, a interação de informações, conceitos e significados que podem proporcionar uma aprendizagem mais significativa em sala de aula. Nesse contexto, com a intenção de amenizar problemas ambientais agravados pelo mau uso de recursos naturais e gerenciamento indevido de resíduos, são necessárias ações participativas voltadas para a valorização da EA pois, tais iniciativas podem contribuir para a formação de uma consciência crítica sobre a problemática socioambiental.

Desse modo, ao se trabalhar o conhecimento do mundo físico e natural, é imprescindível apresentar a escassez dos recursos naturais e promover a reflexão sobre as atitudes humanas em relação ao contexto ambiental. Além disso, sendo o ambiente um bem comum e o equilíbrio deste um direito de todos, pode-se afirmar que ao se difundir valores humanos e trabalhar a EA concomitantemente aos conteúdos escolares/acadêmicos estabelece-se o respeito ao bem comum e à ordem democrática.

A busca pela articulação de diferentes conteúdos com questões ambientais, em todos os níveis de ensino (escolar e acadêmico), relacionando aspectos como meio ambiente (geração de lixo, poluição ambiental e seus impactos ambientais, econômicos e sociais), desenvolvimento sustentável, qualidade de vida, saúde, cidadania, entre outros, pode contribuir para a práxis efetiva da EA.

Tendo em vista que a degradação dos materiais poliméricos, além de estar vinculada às propriedades do material e ambiente, também depende de fatores aliados ao histórico de consumo (PAOLI, 2008). Por isso, na sociedade em geral, nas mídias, nos ambientes escolares e universitários, é de fundamental importância abordagens a assuntos relacionados à reciclagem e reutilização de materiais de difícil decomposição. Sendo assim, levando em consideração que existem implicações ambientais em praticamente todas as etapas de vida de um produto polimérico, que vai desde o uso de matérias-primas até a sua destinação final (CANGEMI, SANTOS e NETO 2009), assuntos relacionados aos polímeros e a preocupação da sociedade com a preservação ambiental podem proporcionar o desenvolvimento de diversas propostas didáticas no ensino de Química na perspectiva da EA. Por isso, as aulas de Química configuram-se um espaço privilegiado para promover a aquisição e assimilação do conhecimento acerca da matéria/materiais, sua constituição, propriedades e transformações, assim como das inter-relações entre os níveis teórico, representacional e fenomenológico.

Considerando-se i) a grande versatilidade de uso dos polímeros; ii) a existência de uma vasta variedade desses materiais com excelentes propriedades mecânicas, térmicas, ópticas, elétricas, superabsorventes, antiaderentes, entre outras (MARCONATO e FRANCHETTI, 2002; WAN, GALEMBECK e GALEMBECK, 2001; DE PAOLI, 2001; FAEZ et al., 2000); e iii) que a exploração do “mundo dos polímeros” pode ser de grande valia para articulação de conteúdos escolares de química e a EA – podendo ser uma temática empregada para explorar desde a tabela periódica dos elementos químicos até o conteúdo de reações orgânicas, relacionando-se a diversos conteúdos do currículo escolar, como por exemplo: eletronegatividade, interações intermoleculares, propriedades físico-químicas, relação entre a estrutura molecular e as propriedades macroscópicas da substância ou materiais, grupos funcionais e reações orgânicas, lançamos um olhar para o ENEM intencionando verificar a presença (ou não) dessas abordagens e articulações interdisciplinares que englobem aspectos CTS/CTSA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao considerar os seus propósitos e a sua abrangência selecionamos as provas objetivas anuais do ENEM aplicadas no intervalo de tempo de 1998-2018 por esse ser um instrumento de avaliação de representativo impacto educacional e social a nível nacional – já que se constitui uma importante porta de entrada para IES (pública e particular), configurando-se, portanto, potencialmente útil como aporte para evidenciar e nos proporcionar uma visão de como vem sendo (ou não) enfatizado o entrelaçamento interdisciplinar e transversal da temática polímeros na perspectiva da EA.

4.1 A coleta de dados

Inicialmente lançamos um olhar para ENEM em busca de QAs que versam sobre a dinâmica de polímeros a partir de uma investigação nas provas anuais no período de 1998-2008 (sem divisão por áreas do conhecimento) e, especificamente no período de 2009-2018 (após a divisão por áreas) nas provas anuais que compõem a área de CNT. A partir de 2010 foram analisadas as duas aplicações de prova: ENEM regular e ENEM PPL.

Buscou-se a presença de formas de linguagem que apresentam relações aos descritores: polímero; materiais poliméricos; borracha; látex; celulose; plástico; sacola plástica; policloreto de vinila (PVC); politereftalato de etileno (PET); polietileno; fibra. No período temporal da análise (1998 a 2018) foi coletado para a análise um total de 37 QAs que evidenciam o contexto linguístico em estudo. Tais questões foram enumeradas por ano

de acordo com a ordem em que aparecem transcritas nas provas e estão elencadas em QA1-QA37 nos Quadros 1 e 2.

No Quadro 1 apresenta-se a identificação das QAs (numeração atribuída, número da questão na prova, o caderno, ano e aplicação – ENEM regular (1ª) ou ENEM PPL (2ª), o(s) descritor(es) pelo(s) qual(is) se localiza(m) a QA e uma síntese das principais destaques a partir de um primeiro olhar para cada uma das QAs.

Quadro 01: Identificação das QAs

QA	Nº da QA na prova/ Caderno	Ano/ aplicação	Descritor(es)	Principais destaques/enfoques relacionados à QA
QA1	nº 23 (prova 1/amarela)	2001/-	Borracha	Atividades humanas; ciclo natural do enxofre; vulcanização da borracha; queima de combustíveis.
QA2	nº 38 (prova 1/amarela)	2003/-	Plástico	Embalagens; plástico; coleta seletiva; aterro; decomposição.
QA3	nº 48 (prova 1/amarela)	2004/-	Plástico	Coletas do lixo; preservação ambiental, reciclagem de plásticos.
QA4	nº 19 (prova 1/amarela)	2005/-	Látex	Ocupação da Amazônia Brasileira; exploração mineral; extração do látex.
QA5	nº 31 (prova 1/amarela)		Plástico	Produção de plástico; lixo; ciclo natural; materiais renováveis.
QA6	nº 38 (prova 1/amarela)	2006/-	Fibra/Celulose	Fibras celulósicas; coleta seletiva de lixo; compostos não biodegradáveis.
QA7	nº 65 (caderno 1/azul)	2010/2ª	PET	Brinquedo ludião; garrafa PET; força; pressão.
QA8	nº 58 (caderno 3/branco)	2011/1ª	Poliétilenoglicol	Agentes umectantes; glicerina; polietilenoglicol; ligações iônicas; forças de London; ligações covalentes; forças dipolo-dipolo; ligações de hidrogênio.
QA9	nº 73 (caderno 3/branco)	2011/2ª	Plástico/PVC	Resina de PVC; fórmula química; destilação; eletrólise; fusão ígnea; filtração a vácuo; precipitação fracionada.
QA10	nº 50 (caderno 3/branco)	2012/1ª	Plástico/PET	Acúmulo de lixo; sacos plásticos; desperdício; exploração de recursos naturais, política dos 3R's: Redução, Reutilização e Reciclagem.
QA11	nº 80 (caderno 3/branco)		PVC	Descarte de tubos de PVC pela incineração com consequente liberação de gás HCl; alternativa para evitar a emissão desse poluente; reação de neutralização; água de cal.
QA12	nº 50 (caderno3)	2012/2ª	Polímero/ Plástico	Isolantes elétricos; polímeros condutores; ligações

POLÍMEROS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ATENÇÕES VOLTADAS AO ENEM (1998-2018)

	/branco)			covalentes duplas conjugadas com ligações simples.
QA1 3	nº 59 (caderno 3/branco)		Polímero/PET	Reciclagem do PET; equação de estado dos gases ideais.
QA1 4	nº 49 (caderno 3/branco)	2013/1ª	PET/Plástica	Obtenção de etilenoglicol a partir do PET.
QA1 5	nº 53 (caderno 3/branco)		Polímero/ Plástico	Músculos artificiais; plásticos inteligentes; oxidação e redução de um polímero condutor; eletrólito polimérico; diferença de potencial; gradiente térmico.
QA1 6	nº 58 (caderno 3/branco)		PET	Experimento com garrafa PET; equilíbrio térmico; taxa de variação de temperatura.
QA1 7	nº 66 (caderno 3/branco)		PET	Experimento com garrafa PET; velocidade de escoamento; pressão.
QA1 8	nº 76 (caderno 3/branco)		Polímero	Meio de cultura, secreção de polímero comestível; função de organelas no citoplasma (núcleo, retículo endoplasmático, complexo golgiense, mitocôndrias).
QA1 9	nº 83 (caderno 3/branco)		Polímero/ Celulose	Relação entre estrutura molecular química polímeros e interação com as moléculas de água; tipos de interações (ion-ion, dipolo-dipolo, ion-dipolo, dipolo induzido-dipolo), ligações de hidrogênio.
QA2 0	nº 68 (caderno 3/branco)	2013/2ª	Plástico/PET	PET; resistência mecânica; alta densidade; biodegradável.
QA2 1	nº 54 (caderno 3/branco)	2014/1ª	Plástico	Sacolas de polietileno; plástico ecológico; resina polimérica termoplástica; carboidratos; organismos decompositores.
QA2 2	nº 76 (caderno 3/branco)	2014/2ª	Polietileno	Polietileno; polimerização; insaturações; degradação (agentes químicos, radiação, microrganismos).
QA2 3	nº 83 (caderno 3/branco)		Polímero	Bisfenol-A; propanona; fenol; polímero; mimetizador de estrógenos (hormônios); cálculo de rendimento reacional.
QA2 4	nº 85 (caderno 3/branco)	2015/1ª	Plástico	Plástico; petróleo; nanopartículas magnéticas; processos de separação de misturas; flotação; decantação; decomposição; centrifugação; floculação; separação magnética; destilação fracionada; peneiração; dissolução fracionada; magnetização

QA2 5	nº 69 (caderno 9/branco)	2015/2ª	Polímero	Poli(ácido láctico), polímero biodegradável e absorvível; metabólito; polímero de condensação; poliéster; polivinila; poliamida; poliuretana; policarbonato.
QA2 6	nº 73 (caderno 9/branco)		Polímero	Polímero; poliamida; nomenclatura e estrutura química molecular de compostos orgânicos.
QA2 7	nº 76 (caderno 9/branco)		Polietileno	Polietileno; pressão de vapor; blindar radiação; centelhas.
QA2 8	nº 84 (caderno 9/branco)		Plástico	Técnicas para separação de diferentes plásticos e relação com propriedades da matéria (massa, volume, densidade, porosidade, maleabilidade).
QA2 9	nº 55 (caderno 3/branco)	2016/1ª	Plástico	Fundamentos de calorimetria; calor específico; capacidade térmica; condutividade térmica.
QA3 0	nº 90 (caderno 3/branco)		Plástica	Biodigestor; sacolas plásticas; queima do metano; decomposição aeróbica; combustíveis fósseis; fixação de carbono.
QA3 1	nº 81 (caderno 3/branco)	2016/2ª	Polímero	Sacolas biodegradáveis; características/propriedades de polímeros; anéis aromáticos.
QA3 2	nº 119 (caderno 6/cinza)	2017/1ª	Polímero	Polímeros semicondutores; resistência elétrica nominal; resistor ôhmico; corrente elétrica; diferença de potencial.
QA3 3	nº 131 (caderno 6/cinza)		Polímero	Plaqueta artificial; polímero; anticorpos; coagulação; filaríose; hemofilia; aterosclerose; doença de Chagas; síndrome da imunodeficiência adquirida.
QA3 4	nº 125 (caderno 6/cinza)	2017/2ª	Polímero/ Plástico	Polímeros; interações intermoleculares; solubilidade em água.
QA3 5	nº 95 (caderno 6/cinza)	2018/1ª	Plástico	Cinética de movimento.
QA3 6	nº 129 (caderno 6/cinza)		Polímero	Cadeias poliméricas; movimentos de dimensões atômicas; isomerização; tautomerização, ressonância; variação conformacional; movimento vibracional.
QA3 7	nº 132 (caderno 6/cinza)		Polímero	Polímero; campo de radiofrequência

Nota: 1ª aplicação: ENEM regular; 2ª Aplicação: ENEM PPL.

Fonte: Própria (2018).

POLÍMEROS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ATENÇÕES VOLTADAS AO ENEM (1998-2018)

O Quadro 2 e o Gráfico 1 ilustram a quantificação do número de QAs que abordam aspectos relacionados à dinâmica de polímeros por intervalo de tempo, a saber: de 1998 a 2008 (sem divisão) e de 2009 a 2018 (com divisão por área, tendo sido analisadas as provas da área de CNT e, a partir de 2010, foram analisadas as duas aplicações de prova: ENEM regular e ENEM PPL).

Quadro 02: No período de 1998-2018 um total de 37 QAs evidenciam a temática em estudo

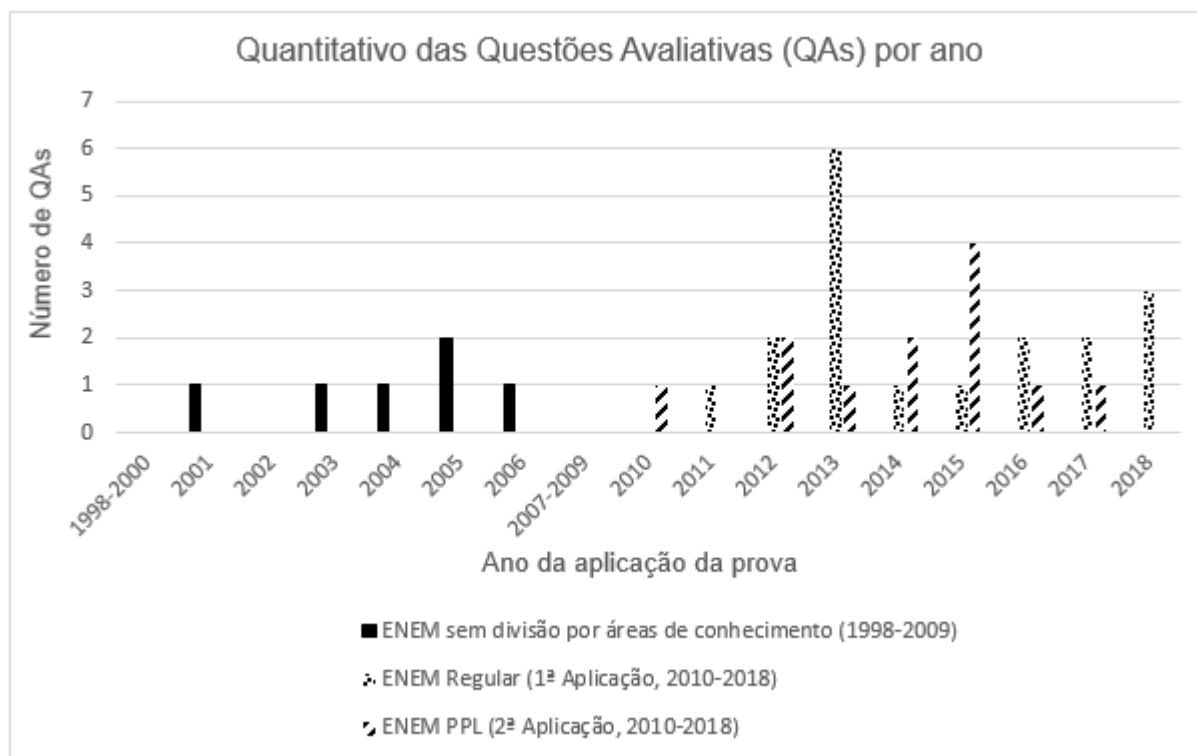
Ano	Aplicação	Questões Avaliativas	Total de QAs no ano
1998-2000	ENEM	Não há	0
2001	ENEM	QA1	1
2002	ENEM	Não há	0
2003	ENEM	QA2	1
2004	ENEM	QA3	1
2005	ENEM	QA4, QA5	2
2006	ENEM	QA6	1
2007-2009	ENEM	Não há	0
2010	ENEM	Não há	1
	ENEM PPL	QA7	
2011	ENEM	QA8	2
	ENEM PPL	QA9	
2012	ENEM	QA10, QA11	4
	ENEM PPL	QA12, QA13	
2013	ENEM	QA14-QA19	7
	ENEM PPL	QA20	
2014	ENEM	QA21	3
	ENEM PPL	QA22, QA23	
2015	ENEM	QA24	5
	ENEM PPL	QA25-QA28	
2016	ENEM	QA29, QA30	3
	ENEM PPL	QA31	
2017	ENEM	QA32, QA33	3
	ENEM PPL	QA34	
2018	ENEM	QA35-37	3
	ENEM PPL	Não há	0

Fonte: Própria (2018).

O Gráfico 1 evidencia que nos dez primeiros anos (período entre 1998 a 2008) apenas seis (06) QAs evidenciam a temática: 2001 (QA1), 2003 (QA2), 2004 (QA3), 2005 (QA4 e QA5) e 2006 (QA6). Conforme essa representação gráfica ilustra, observa-se que

no período imediatamente posterior a divisão por áreas de conhecimentos (MT, CHT, LCT e CNT), ou seja, de 2009 a 2018, em todos os anos encontram-se questionamentos que avaliam o conhecimento dos estudantes sobre esse contexto, sendo observado um aumento significativo no quantitativo de QAs que englobam a temática em análise (31 QAs).

Figura 1: Número de QAs relacionadas à temática polímeros por intervalo de tempo



Fonte: Própria (2018).

Para facilitar nossos primeiros delineamentos acerca da natureza das QAs, essas foram inicialmente agrupadas de acordo com o descritor principal em comum pelo qual a QA pode ser localizada nos cadernos avaliativos (Quadro 3).

Quadro 03: Identificação das QAs por descritores

Categoria inicial das questões do ENEM	Descritor principal	Questões avaliativas (QAs)
Temática polímeros	Polímero/polimérico(a)	QA12, QA13, QA15, QA18, QA19, QA20, QA23, QA25, QA26, QA31, QA32, QA33, QA34, QA36, QA37
	Plástico/plástica	QA2, QA3, QA5, QA9, QA10, QA12, QA14, QA15, QA21, QA22, QA23, QA24, QA28, QA29, QA30, QA31, QA34, QA35
	Politereftalato de etileno (PET)	QA7, QA10, QA13, QA14, QA16, QA17, QA20
	Policloreto de vinila (PVC)	QA9, QA11
	Borracha	QA1
	Látex	QA4

POLÍMEROS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ATENÇÕES VOLTADAS AO ENEM (1998-2018)

	Polietilenoglicol	QA8
	Fibra/celulose	QA6, QA19
	Polietileno	QA22, QA27

Fonte: Própria (2018).

4.2 Descrição e análise das QAs

Com o objetivo de apresentar um breve panorama destas QAs e o viés temático mais referenciado por elas, um texto síntese com o conteúdo de cada uma das QAs foi produzido e um compilado de todos estes textos é aqui apresentado visando oferecer uma via de acesso rápido ao perfil de tais QAs da área CN contidas nos cadernos avaliativos do ENEM.

A QA1, presente no caderno do ano de 2001, engloba conteúdos de Química e de Biologia, em especial referentes ao estudo da Química Aplicada e da Ecologia. Ao trazer a afirmação “algumas atividades humanas interferiram significativamente no ciclo natural do enxofre, alterando as quantidades das substâncias” (INEP – ENEM, 2001, p. 7) – substâncias essas indicadas na referida prova em uma representação esquemática do ciclo do enxofre na natureza, e ao requerer como resposta duas ações humanas (fontes) que resultam nessas interferências, a QA1 incita uma análise criteriosa das 5 alternativas. Uma dessas alternativas envolve o conhecimento acerca das particularidades do processo de vulcanização da borracha (processo pelo qual a estrutura química da borracha natural é alterada, o qual se faz pelo aquecimento com enxofre na intenção de levar à reticulação, ou seja, de produzir uma rede de ligações químicas covalentes cruzadas conduzindo a uma estrutura polimérica reticulada).

Nesse contexto, a QA1 requer a interpretação e compreensão do ciclo natural do enxofre, a análise reflexiva da interferência de atividades humanas nesse ciclo, incluindo a compreensão do significado do processo de vulcanização da borracha. No entanto, um químico, industrial por exemplo, pode levantar alguns poréns com relação a essa questão, uma vez que, ao mencionar “combustíveis usados na indústria” não está explícito se por essa expressão a questão refere-se somente aos combustíveis pesados obtidos a partir do petróleo (esses ricos em enxofre) ou pode-se incluir também o gás natural (pobre em enxofre). Além disso, a produção de aço, por exemplo, é feita a partir da hematita (rica em óxido de ferro) e, à primeira vista, o enxofre não está presente no processo, mas é preciso considerar que a produção de aço usa o carvão para reduzir a hematita e, esse, sim, possui um alto teor de enxofre, liberando na sua queima óxidos de enxofre, tais como o SO₂ e SO₃, que liberados na atmosfera reagem com a água tornando-a ácida.

Em 2003, a QA2 faz a associação entre a composição da embalagem de caixas “tetra brick” (“tetra pak”) – como as utilizadas para armazenar leite “longa vida”, e os impactos ambientais decorrentes do seu descarte, “que podem levar 100 anos para se decompor” (INEP – ENEM, 2003). Vale ressaltar que, ao contrário do que a questão enuncia, essas embalagens têm seis camadas, e não quatro – como a embalagem original produzida na década de 1950 tinha formato de tetraedro, o prefixo “tetra” foi incorporado ao nome, não estando relacionado com a quantidade de camadas. Essas embalagens não são apenas de difícil decomposição na natureza, mas também de difícil reciclagem. Para a separação de todas as camadas que as constituem são necessários processos complexos, com alguns equipamentos de alto custo. Ao considerar os impactos ambientais, a QA2 contribui para a reflexão quanto a procedimentos adequados para o descarte/reciclagem. A QA2, pode contribuir para instigar o estudante a ir mais além e buscar o reconhecimento da composição dessas embalagens, a relação entre as propriedades dos materiais que formam as suas camadas e a funcionalidade para o objeto (questionar o porquê de elas estarem presentes), bem como, buscar a compreensão das técnicas necessárias para a separação e reciclagem desses materiais.

A QA3, no ano de 2004, faz uma abordagem quantitativa de um processo de coleta, separação e classificação do lixo gerado em uma praia no litoral brasileiro no verão de 2000. A QA3 pode ser um estímulo para: o raciocínio analítico e interpretação de dados numéricos; o (re)conhecimento da separação e classificação de lixo para além de “lixo seco”, a saber: itens de plástico, vidro, metal e papel; a ciência da relação entre a quantidade de lixo coletado e a existência (ou não) de incentivos para a reciclagem de materiais; a conscientização da importância da coleta de resíduos sólidos e do incentivo à reciclagem para a preservação do meio ambiente. Nesse sentido, ao abordar essa temática, a questão expõe a importância da coleta de resíduos sólidos, do incentivo à reciclagem (tanto de itens plásticos quanto itens de alumínio) e a preservação do meio ambiente.

Na prova de 2005, estão presentes duas questões: i) ao propor o ordenamento na evolução de fatos históricos que levaram à ocupação e ao desenvolvimento da Amazônia Brasileira, sendo um deles referente à extração do látex durante o período do “Surto da Borracha”, a QA4 remete a um olhar para as ações do homem, o conhecimento químico, os seus efeitos na natureza e reflexos no rumo da história (a história muda a química e a química muda a história); ii) a QA5 retrata a relação entre o crescimento da produção e consumo de materiais plásticos e o consequente aumento do lixo gerado, conduzindo à análise e reflexão quanto a uma ação possível e adequada para minimizar o impacto ambiental decorrente desse aumento.

Em 2006, a QA6 alerta para possíveis problemas ambientais associados à produção industrial de celulose e papel, uma vez que “[...] compostos, presentes na água industrial, despejada em grande quantidade nos rios pelas indústrias de papel, não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar a alterações genéticas” (INEP – ENEM, 2006, p. 12). Ao abordar a contaminação ambiental decorrente desse processo, a questão incita reflexões acerca de ações para a remediação e diminuição do impacto ambiental.

Nas provas dos anos de 2007, 2008 e 2009 não são encontradas questões que evidenciam a temática investigada. A partir de 2009, passam a haver duas aplicações de provas: ENEM e ENEM PPL.

Em 2010, na 2ª aplicação, observa-se na QA7 a figura de uma garrafa PET usada como um material alternativo para a realização de um experimento. Embora não faça associação direta com a temática polímeros, a QA7 pode servir como exemplo e incentivo para a adaptação e destino de materiais reciclados para serem usados em experiências escolares/acadêmicas.

Em 2011, na prova da 1ª aplicação, a QA8 ilustra as fórmulas químicas estruturais planas do polímero polietilenoglicol e de seu monômero a glicerina (propano-1,2,3-triol, também denominado glicerol). Ao questionar por meio de qual interação ocorre “A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente” (INEP – ENEM, 2011, p. 18). Desse modo, a questão requer o reconhecimento da relação entre interações intermoleculares (decorrentes da estrutura molecular química de polímeros) e as consequentes propriedades físico-químicas (nesse caso, avalia-se a propriedade umectante decorrente da presença do grupo funcional hidroxila –OH).

Em 2011 (2ª aplicação), a QA9 ilustra um fluxograma representativo da produção do polímero PVC (material organoclorado sintético), o qual expõe etapas, os reagentes empregados e a fórmula química estrutural plana do PVC, indicando-o como uma “matéria-prima básica para a fabricação de calçados plásticos” (INEP – ENEM PPL, 2011, p. 23). Ao trazer o processo de fabricação de materiais a partir de matérias-primas, a questão contribui como estímulo à compreensão de informações contidas em fluxograma; ao reconhecimento dos reagentes e processos da produção de PVC e sua fórmula estrutural química e reconhecimento/análise de processos físico-químicos (ao requerer o processo de obtenção do cloro dentre as alternativas destilação, eletrólise, fusão ígnea, filtração a vácuo, precipitação fracionada). A QA9 não aborda uma relação direta a aspectos ambientais em

POLÍMEROS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ATENÇÕES VOLTADAS AO ENEM (1998-2018)

perspectiva da EA, no entanto, ao ser discutida em uma sala de aula, por exemplo, pode fomentar discussões acerca do emprego de recursos não renováveis (nesse caso, o petróleo).

Em 2012, quatro QAs foram aplicadas: duas QAs na 1ª aplicação (QA10 e QA11) e duas QAs na 2ª aplicação (QA12 e QA13): i) a QA10 refere-se ao reconhecimento da política dos 3R's, em escala internacional – Redução, Reutilização e Reciclagem, para a diminuição do acúmulo de lixo, desperdício de materiais e redução da exploração de recursos naturais; ii) A QA11 evidencia a utilização comum de tubos de PVC como encanamento na construção civil. Ao trazer a informação “[...] uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl (g) [...] Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente.” (INEP – ENEM, 2012, p. 26). A QA11 é um subsídio ao reconhecimento do descarte do PVC pelo processo de incineração; a questão enuncia que nesse processo libera-se gás cloro de hidrogênio e para neutralizá-lo é necessário utilizar algo que tenha caráter básico, que no caso, a água de cal é uma solução de óxido de cálcio, que em solução aquosa forma hidróxido de cálcio, sendo portanto um estímulo à análise de reações químicas e projeção para um possível tratamento para evitar a problemática da emissão do referido gás; iii) Na QA12, aborda-se o fato dos polímeros condutores (materiais orgânicos que conduzem eletricidade). “O que faz esses polímeros diferentes é a presença das ligações covalentes duplas conjugadas com ligações simples, ao longo de toda a cadeia principal.” (INEP – ENEM PPL, 2012, p. 15), característica estrutural que permite à carga elétrica deslocar-se por todo o material polimérico. Desse modo, ao requerer a análise de diferentes fórmulas estruturais planas poliméricas, a QA12 estimula o (re)conhecimento da característica estrutural de polímeros condutores de eletricidade. iv) a QA13 expõe a fórmula química estrutural plana do polímero PET, e enuncia que esse “material presente em diversas embalagens descartáveis, pode levar centenas de anos para ser degradado e seu processo de reciclagem requer um grande aporte energético” (INEP, ENEM PPL, 2012, p. 18) e, destaca uma técnica implementada recentemente visando baratear o processo, mediante o aquecimento de uma mistura de plásticos em um reator, a 700 °C e 34 atm, pela qual é produzido “[...] gás hidrogênio e compostos de carbono que podem ser transformados em microesferas para serem usadas em tintas, lubrificantes, pneus, dentre outros produtos.” (INEP, ENEM PPL, 2012, p. 18). Desse modo, a QA13 é informativa, ao proporcionar a ciência de que a degradação do polímero PET pode levar centenas de anos, que o processo de reciclagem requer grande suporte energético e destacar o aproveitamento de subprodutos desse processo como matéria-prima para a produção de diversos materiais manufaturados. Além disso, essa questão estimula o raciocínio analítico e interpretativo na resolução de problemas reais (considerando o processo de reciclagem do PET) de ordem matemática, física e química, a partir da Lei dos Gases Ideais ($PV = nRT$).

Em 2013 – ano com o maior número de QAs, encontram-se seis questões da 1ª aplicação (QA14-QA19) e uma questão da 2ª aplicação (QA20): i) a QA14 faz menção a alternativas para o uso PET pós-consumo que envolvem a obtenção de matérias-primas para objetos de utilidade, como o 1,2-etanodiol (etilenoglicol), levando ao reconhecimento da importância do descarte apropriado e estímulo à reciclagem e reutilização do PET. Nesse caso, o sujeito é estimulado a analisar a estrutura química molecular do PET e refletir sobre um processo para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET; ii) a QA15 aborda a funcionalidade de polímeros condutores enunciando e ilustrando que, em resposta à corrente elétrica, a geração de movimento mecânico pode ser aproveitada para a construção de músculos artificiais “dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico” (INEP – ENEM, 2013, p. 17). Desse modo, a questão exalta pela articulação entre conhecimentos científicos e aplicações tecnológicas à relevância da compreensão de assuntos relacionados à Química (mais especificamente aos polímeros); iii) as duas questões QA16 e QA17 abordam experimentos utilizando garrafas PET como material alternativo e, apesar de não apresentarem associação direta com a temática polímeros em perspectiva da EA, essas

questões podem servir de exemplo e incentivar à adaptação de materiais reciclados a serem destinados para o uso em experiências escolares; iv) a QA18 apresenta uma linguagem gráfica e estimula a interpretação das informações relacionando porcentagem de organelas citoplasmáticas em diferentes linhagens de microalgas e a otimização no processo de secreção de polímeros comestíveis; v) a QA19 enuncia “As fraldas descartáveis que contêm o polímero poli(acrilato de sódio) (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2)” (INEP – ENEM, 2013, p. 29), ilustra as fórmulas químicas estruturas planas referentes a 1 e 2, e questiona sobre o porquê da eficiência maior das fraldas descartáveis em relação às fraldas de pano convencionais. Dessa maneira a questão estimula o sujeito a analisar os grupamentos presentes nas estruturas ilustradas, refletir sobre natureza/força das interações desses grupos com as moléculas de água, para então, justificar a maior eficiência enunciada. A questão da 2ª aplicação em 2013, QA20, retrata um uso vantajoso para garrafas PET “utilizadas em mangues, onde as larvas de ostras e de mariscos, geradas na reprodução dessas espécies, aderem ao plástico” (INEP – ENEM PPL, 2013, p. 25) para que essas possam ser conduzidas a fazendas de criação no mar.

Em 2014, três questões trazem a presença das embalagens plásticas: QA21 (1ª aplicação), QA22 e QA23 (2ª aplicação). A QA21 enuncia que alguns supermercados “têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica” (INEP – ENEM, 2014, p. 17), tendo por objetivo a substituição das sacolas de polietileno. Ao questionar o porquê/como os carboidratos presentes na resina polimérica podem facilitar a decomposição, a QA21 ressalta a relação entre conhecimentos biológicos e químicos.

Assim como a QA21, a QA22 também enuncia a preocupação, no Brasil e no mundo, em prol de substituição do uso de sacolas plásticas, em supermercados, feitas de polietileno, devido à poluição “pois se estima que as sacolas levam cerca de 300 anos para se degradarem no meio ambiente, sendo resistentes a ataques químicos, à radiação e a microrganismos” (INEP – ENEM PPL, 2014, p. 26). A questão requer análise do motivo pelo qual essas sacolas demoram muito tempo para se degradarem e, desse modo, incita à reflexão acerca da origem do material polimérico, compreensão do processo de polimerização, relação entre a cadeia molecular polimérica e a resistência a ataques químicos, à radiação e à ação de microrganismos e o conseqüente tempo para a degradação no ambiente. A QA23 traz a representação da equação química de formação do bisfenol-A, referenciando uma matéria da Folha de São Paulo intitulada “Anvisa proíbe mamadeiras com bisfenol-A no Brasil” (INEP, ENEM PPL, 2014, p. 28). Ao trazer essa temática enunciando que o banimento desse composto em “diversos países, incluindo o Brasil, deve-se principalmente por ser um mimetizador de estrógenos (hormônios) que, atuando como tal no organismo, pode causar infertilidade” (INEP, ENEM PPL, 2014, p. 28) e, ao requerer o cálculo de rendimento a partir de dados fornecidos considerando a reação da condensação da propanona com fenol em meio ácido, a QA23 incita a reflexão da relação estrutura química-efeitos biológicos.

A QA24, na 1ª aplicação de 2015, sob perspectiva CTS/CTSA, requer o reconhecimento de processos de separação de misturas. Ainda em 2015, estão presentes três QAs na 2ª aplicação, sendo que duas delas, QA25 e QA26, ilustram esquemas reacionais de polimerização: i) a QA25 traz como informação o interesse tecnológico no polímero poli(ácido)lático por ser biodegradável e bioabsorvível; enfatiza ainda que o ácido lático é um metabólito comum no organismo humano e levanta o questionamento de que tipo de polímero de condensação é formado a partir da polimerização do ácido lático; ii) a QA26 ilustra o esquema reacional de formação do polímero náilon (nylon); iii) a QA27 ilustra uma embalagem cartonada e com 5 camadas (polietileno / alumínio / polietileno / papel / polietileno); explora o motivo que justifique/explique as orientações do fabricante quanto a não serem utilizadas em fornos micro-ondas; iv) a QA28 expõe que a reciclagem é uma forma de minimizar os impactos negativos decorrentes do acúmulo de plásticos deixados indevidamente na natureza e descreve um procedimento de separação de diferentes tipos

de plásticos e requer a análise das propriedades da matéria para relacioná-la à técnica descrita.

Na 1ª aplicação do ano de 2016, a QA29 aborda propriedades de diferentes materiais (nesse caso bandeja de plástico e alumínio). Ainda nessa mesma prova, a QA30, enuncia e ilustra o Projeto Park Spark, desenvolvido em Cambridge, nos Estados Unidos, para utilizar fezes de animais para geração de energia. “As fezes dos animais domésticos são recolhidas em sacolas biodegradáveis e jogadas em um biodigestor instalado em parques públicos; e os produtos são utilizados em equipamentos no próprio parque” (INEP – ENEM, 2016, p. 31). Ao trazer a informação dessa ação inovadora a questão contribui para incitar a compreensão acerca do funcionamento de um biodigestor, ainda sob a perspectiva CTS/CTSA.

Assim como as questões QA21 e QA22, a QA31, presente na prova da 2ª aplicação em 2016, também aborda a importância das sacolas confeccionadas de um material polimérico que confere a elas uma característica que as torna biodegradáveis. Enquanto a QA22 questiona o motivo pelo qual as sacolas plásticas “normais” demoram muito tempo para se degradarem, a QA31, em contrapartida, levanta o questionamento acerca de qual característica torna as sacolas enunciadas biodegradáveis.

Em 2017, duas QAs estão presentes na prova da 1ª aplicação: i) a QA32 expõe o uso de polímeros semicondutores como dispositivos eletrônicos para monitorar as concentrações de amônia, um gás tóxico e incolor, nas granjas avícolas. Ao enunciar a polianilina como um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência nominal quadruplicado quando expostas a altas concentrações de amônia, o qual na ausência da amônia comporta-se como um resistor ôhmico, e ao expor em um gráfico a resposta elétrica em função da diferença de potencial a questão requer o valor da resistência elétrica; ii) a QA33 expõe o uso de uma plaqueta artificial feita de polímero gelatinoso coberto de anticorpos que pode agilizar o processo de coagulação quando injetado no corpo. Na 2ª aplicação do ano de 2017, a QA34 traz as fórmulas químicas estruturais planas de monômeros usados na produção de polímeros de adição comuns e requer a análise da relação entre estrutura química e propriedades físico-químicas, nesse caso a solubilidade.

Nas provas de 1ª aplicação do ano de 2018, nenhuma das QAs encontradas a partir dos descritores aqui utilizados apresenta relação com a EA. A QA35 foi incluída por trazer o descritor “plástico”, porém não trata da temática aqui discutida. As QA36 e QA37 apresentam um viés tecnológico: i) a QA36 enuncia a tecnologia de comunicação e a presença de material polimérico na constituição da chamada etiqueta inteligente (conhecida pela sigla RFID) usada para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios; ii) a QA37 destaca que pesquisas demonstram que nano dispositivos contendo um polímero azobenzeno (cuja estrutura está representada na questão) baseados em movimentos de dimensões atômicas, sem a necessidade de componentes mecânicos, poderão ter aplicações em tecnologias futuras substituindo micromotores.

4.3 Reflexões e categorização das QAs

Conforme a própria matriz de referência INEP, o conteúdo de química deve valorizar a articulação entre os conhecimentos científicos da química e do contexto de vida com base numa abordagem de temas apoiando-se nos aspectos da interdisciplinaridade e na contextualização temática descritos nos PCNs. De maneira geral, em tais QAs evidenciam-se a presença de temas transversais com ênfase em questões importantes, urgentes e presentes sob várias formas na vida cotidiana que abordam valores referentes à cidadania, como: Ética, Meio Ambiente, Trabalho e Consumo.

Quanto às perspectivas dos discursos organizacionais (enunciados) e seus questionamentos, analisou-se os focos/enfoques norteadores das QAs para verificar como as QAs trazem à tona questões sejam de ordem interdisciplinar, tecnológica, social, ambiental e/ou sanitária, gerando-se as categorias intermediárias (subcategorias): enfoque

CTS/CTSA; enfoque conteudista; enfoque CTS/CTSA e conteudista – ressaltamos considerar aqui o termo “conteudista” pela presença de um enfoque que envolve conteúdo específico à área da CN (Quadro 4).

Quadro 4: Categorização intermediária

Categoria intermediária	Conceito norteador	QAs
Enfoque CTS/CTSA	Denota enunciado que referencia aspectos em perspectiva socioambiental e/ou com viés tecnológico.	QA1, QA2, QA3, QA4, QA5, QA6, QA10
Enfoque conteudista	Foca em aspectos de conteúdo específico da área de conhecimento CN. Explora reações químicas e/ou a relação estrutura química e propriedades (biológicas, físicas e/ou químicas).	QA8, QA19, QA23, QA26, QA34, QA35
	Abordagem a conteúdos diversos da área CN.	QA7, QA16, QA17, QA27, QA29
Enfoque CTS/CTSA e conteudista	Perspectiva conteudista com foco no conteúdo específico da CN com viés CTS/CTSA.	QA9, QA11, QA12, QA13, QA14, QA15, QA18, QA20, QA21, QA22, QA24, QA25, QA28, QA30, QA31, QA32, QA33, QA36, QA37

Fonte: Própria (2018).

Para o levantamento quantitativo e destaque qualitativo das QAs que apresentam aspectos intrínsecos à EA, dentre as 37 QAs uma nova busca foi realizada a fim de identificarmos as QAs que se relacionam à EA. Tais QAs foram novamente categorizadas. Para tal, foi pesquisado o termo “ambiental” e outras terminologias que possuem relação ao termo, tendo como resultado o quantitativo de 17 QAs que apresentam relação direta em perspectiva da EA (Quadro 5). Como ferramenta metodológica de trabalho, optamos pela análise de conteúdo, através da qual foi possível perceber que tais QAs contêm um viés preservacionista muito forte/presente em relação ao meio ambiente.

Quadro 05: Categorização final

Categoria final	Conceito norteador	QAs
Ausência de relação a <i>aspectos ambientais em perspectiva da EA</i>	Ilustra questões que não evidenciam relação a aspectos ambientais.	QA8, QA12, QA15, QA18, QA23, QA26, QA29, QA33, QA34, QA35, QA36, QA37
Ações antrópicas em <i>perspectiva direta à EA</i>	Explicita questões com proposições relacionadas ao emprego de materiais e/ou técnicas/procedimentos visando a redução de impactos ambientais.	QA2, QA3, QA5, QA6, QA10, QA11, QA13, QA14, QA21, QA22, QA24, QA28, QA30, QA31, QA32
	Denota aspectos ambientais ou territoriais decorrentes de interferências humanas, porém não enuncia alternativas para uma possível redução de impactos ambientais.	QA1, QA4
Ações antrópicas em <i>uma perspectiva indireta para a EA</i>	Denota questões com potencialidade de <i>abordagens a uma perspectiva de EA</i> . Exalta o uso de materiais alternativos (que podem ter implicações positivas ou negativas sobre impactos ambientais).	QA7, QA9, QA16, QA17, QA19, QA20, QA25, QA27

Fonte: Própria (2018).

POLÍMEROS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ATENÇÕES VOLTADAS AO ENEM (1998-2018)

Destacamos que as questões QA2, QA3, QA5, QA6, QA10, QA11, QA13, QA14, QA21, QA22, QA24, QA28, QA30, QA31 e QA32 referenciam o uso de materiais e/ou técnicas/procedimentos que visam a redução dos impactos ambientais. Por exemplo, enfatizam-se a importância da coleta e reciclagem adequada de materiais para diminuir a quantidade final de lixo e evitar uma maior exploração de recursos naturais. Pode-se dizer que, de maneira geral, as reflexões e respostas requeridas para tais questões devem conter soluções que, de certo modo, não interfiram no desenvolvimento da sociedade, mas que, ao mesmo tempo, não causem prejuízos ao meio ambiente. E, além disso, que envolvam ações de baixo custo de implantação refletindo assim a ideia de sustentabilidade. Já as questões QA7, QA16, QA17 e QA20, embora não façam menção direta à temática polímeros, podem servir como exemplos propulsores ao incentivo à adaptação de materiais alternativos para serem destinados ao uso em experiências escolares/acadêmicas.

O que desperta a atenção a partir desta revisão da área da CN é o reduzido número de QAs abordando os conceitos de polímeros e demais conceituações dos conteúdos da área CN, sendo limitada (ou escassa) a presença de discussões sobre aspectos sociais, industriais, econômicos e tecnológicos, a despeito de toda a influência que os polímeros possuem nesses processos. Quanto à forma (diversidade) de abordagem nota-se que no conjunto das QAs há predominância de questionamentos voltados à ideia de sustentabilidade em perspectiva da EA. Verificamos a potencial existência de relações (direta ou indireta) entre o conhecimento comum e o conhecimento científico (sobre polímeros), a argumentação em questões sociocientíficas (QSC) e socioambientais (QSA). Apesar da emergência de enfoques com relações CTS/CTSA, discussão de QSC e abordagens em contexto interdisciplinares na área da CN, parece claro que esses conceitos são temas a serem ainda explorados dentro dessas perspectivas.

Mediante este estudo, que levou em consideração a presença da temática polímeros e dos modos de abordagem nas QAs das provas do ENEM, revela-se que a química de polímeros, além de estar presente no dia a dia (seja pessoal, social, industrial, tecnológico...), pode ser extremamente útil como potencial conceito integrador para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem interdisciplinar de conteúdos na área da CN a partir de temas geradores relacionados com o cotidiano dos estudantes na perspectiva da EA. De modo que os polímeros podem contribuir para a promoção, aquisição, assimilação e a (re)construção de conhecimentos científicos com enfoque histórico, político, econômico, ético, social e ambiental, em concordância com as orientações pedagógicas para o ensino de química estruturadas, conforme consta no PCN+: “[...] contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento; respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo” (BRASIL, 2002, p. 87).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa lançamos olhares para o ENEM na busca por encontrar referências à temática polímeros e verificar como as QAs trazem à tona questões de ordem interdisciplinar, tecnológica, social, ambiental e/ou sanitária. Estudo este que nos alerta a reflexões desde questionamentos críticos mais simples como as sacolas plásticas estão sendo substituídas de maneira efetiva pelas biodegradáveis? Quanto a atentar para questões educacionais no âmbito de reformulação seja do EM ou de processos de mudanças no ENEM.

Destacamos que o levantamento quantitativo dos dados coletados revelou que no intervalo de tempo analisado (1998-2018) são encontradas 37 QAs que evidenciam à temática sob nosso olhar, das quais: 7 (18%) enquadram-se na categoria CTS/CTSA; 19 (51%) abordam conteúdos específicos da área CN com viés CTS/CTSA e as demais QAs, 11 (30%), foram categorizadas como conteudistas por focarem apenas em aspectos de conteúdos específicos da CN. NA análise direcionada à EA, 17 (46) estão diretamente

vinculadas aos polímeros e denotam ações antrópicas em perspectiva da EA, 8 (22%) denotam indiretamente questões com potencial abordagem relacionada à EA e 12 (32%) enquadram-se na categoria de ausência de relação a aspectos ambientais em perspectiva da EA. A partir desta análise percebe-se a significativa e relevante presença da EA articulada pelo conceito integrador “polímeros” nas QAs, principalmente, nos últimos anos de provas (2010-2018), ou seja, após 2009, ano em que o ENEM com nova estruturação (divisão em quatro matrizes – uma para cada área de conhecimento) passou a ser usado como meio de seleção para o ingresso em diversas IES.

Nesse sentido, o perfil dessas QAs permite não apenas refletir sobre a discussão acerca das principais relações e demandas do conteúdo polímeros, mas também evoca o desafio de se pensar em QSC e QSA em perspectiva CTS/CTSA na abordagem dos conteúdos, não negligenciando o aprofundamento e a solidez no que diz respeito ao cerne: os conceitos científicos (conteúdo específico). QAs que englobam aspectos envolvendo consumo, descarte, reciclagem, reutilização e o meio ambiente podem propiciar o incremento de valores éticos, a responsabilidade e o compromisso social, auxiliando na formação de cidadãos críticos e conscientes, que tenham respeito e preocupação para com o próximo e o meio em que vivemos.

Diante desse cenário, ressaltamos a dinâmica dos polímeros como potencial conceito integrador para a articulação no ensino contextualizado e interdisciplinar de conteúdos escolares na perspectiva da EA. Podendo esse contribuir para a formação do sujeito estudante não somente do ponto de vista de conceitos científicos (na abordagem a conteúdos específicos desde a tabela periódica dos elementos químicos até reações orgânicas, relacionando-se a diversos conteúdos do currículo escolar), mas também para a formação do sujeito cidadão crítico e reflexivo, já que assuntos atuais como versatilidade dos materiais, toxicidade das matérias-primas e destino final dos produtos, custos econômicos e QSA podem ser vinculados a essa temática.

Tomando o ENEM como indicador da qualidade formativa para além do ingresso no ES e considerando que: os polímeros estão presentes na vida como um todo, o EM tendo por propósito fundamental formar cidadãos (independentemente da opção pessoal de cada um por seguir ou não seus estudos) e tendo sido verificada nesse instrumento de avaliação a presença de questões que avaliam o conhecimento do tema (polímeros) evidencia-se a relevância dessa temática não só para os futuros ingressantes do ES ou Tecnológico mas para todo e qualquer indivíduo. Entretanto, é fato que no processo de ensino e aprendizagem escolar o estudo dos conceitos acerca dos polímeros é restrito ao terceiro ano do EM e essa abordagem apresenta-se limitada aos últimos capítulos dos livros didáticos, aos quais muitas vezes os professores se baseiam. Desse modo, no espaço-tempo escolar tende-se à priorização da abordagem aos conteúdos que antecedem o estudo dos polímeros, ficando esse apenas como curiosidade e sem o devido aprofundamento por estar “fixado” ao término de uma cronologia “imposta” pelo livro didático.

Diante dos resultados, considerando o número expressivo de QAs e a importância, por si só, do conhecimento acerca dos materiais poliméricos em virtude da vasta gama de suas aplicabilidades e da íntima relação com questões na perspectiva CTS/CTSA, ressaltamos a necessidade de (re)pensar constantemente as abordagens à temática tanto no ENEM (com adequada qualidade), quanto no processo de ensino e aprendizagem escolar, principalmente no último ano do EM, pois a vida em si, para além da passagem de entrada para o ES, requer um conhecimento amplo e diversificado. Sendo assim, além da existência de uma organização educacional que atente para questões como as apontadas neste trabalho, o professor deve estar preparado para realizar a sua atividade docente e desenvolver de maneira efetiva suas propostas/investigações a partir de enfoques culturais, sociais, políticos, tecnológicos, econômicos e ambientais. Sendo relevante a contextualização dos conteúdos específicos a partir de temas estruturadores (como a dinâmica química de polímeros) que possibilitem a reflexão crítica, a capacidade de argumentação e a formação de um cidadão consciente.

Os resultados deste esforço investigativo norteado pelo interesse na Educação Básica tendem a valorizar e incentivar reflexões a respeito do que se ensina e do que se aprende, fomentar proposições metodológicas voltadas ao ensino de polímeros em articulação interdisciplinar CTS/CTSA, que favoreçam uma melhor preparação para a inserção destes assuntos no ambiente escolar. Entende-se que as informações aqui apresentadas possuem potencial para servirem de aporte e incentivo à mobilização e reflexão constantes a respeito dos saberes e fazeres docentes, constituindo-se assim em subsídio ao trabalho, à formação e à atualização da comunidade brasileira de EQ.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2004.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1996.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Diário Oficial da União, Brasília, 27 abr., 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm. Acesso em: 22 de março de 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 22 de março de 2018.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia**. Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 24 maio 2018.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2**, de 15 de junho de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF: Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Seção 1, p. 70, 15 jun., 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10988-rcp002-12-pdf&category_slug=maio-2012-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 26 de junho de 2017.

BRASIL. **Resolução CNE/CEB nº 2**, de 30 de janeiro de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF: Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Seção 1, p. 20, 30 jan., 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9917-rcb002-12-1&Itemid=30192. Acesso em: 19 de maio de 2018.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução CNE/CEB nº 02, de 30 de Janeiro de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9917-rcb002-12-1&Itemid=30192. Acesso em: 11 de maio de 2018.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. dos; NETO, S. C. Poliuretano: de travesseiros a preservativos, um polímero versátil. **Revista Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 159 – 164, ago. 2009.

COSTA, C. E. S. **Análise da Dimensionalidade e Modelagem Multidimensional pela TRI no Antigo ENEM (1988-2008)**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Programa de Pós-graduação em Métodos e Gestão em Avaliação, Florianópolis, 2015, 90 f.

FAEZ, R.; REIS, C.; FREITAS, C. S.; KOSIMA, O. K.; RUGGERI, G.; PAOLI, M. de. Polímeros Condutores. **Revista Química Nova na Escola**, n. 11, p. 13 – 18, maio, 2000.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/>. Acesso durante o ano de 2018.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189 – 205, 2003.

LOUREIRO, F. B. **Educação ambiental**: repensando o espaço da cidadania. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LUDKE, M.; ANDRE, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas, 2 ed., ed. EPU, 2013, 128 p.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. **Revista Química Nova na Escola**, n. 15, p. 42 – 44, maio, 2002.

PAOLI, M.-A de. Plásticos inteligentes. **Química Nova na Escola**. Edição especial, p. 09 – 12, maio, 2001.

PAOLI, M.-A. de. **Degradação e estabilização de polímeros**. 2 ed. São Paulo, Chemkeys, 2008. Disponível em: <http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

SILVEIRA, F. L.; BARBOSA, M. C. B.; SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1101 – 1105, Porto Alegre, 2015.

WAN, E.; GALEMBECK, E.; GALEMBECK, F. Polímeros sintéticos. **Química Nova na Escola**. Edição especial, p. 05 – 08, maio, 2001.