

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**Análise de características de textos de divulgação científica
da revista *Minas Faz Ciência*: possibilidades para o ensino
de química**

Márcio César Braga Batistele

Itajubá, Setembro de 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

Márcio César Braga Batistele

**Análise de características de textos de divulgação científica
da revista *Minas Faz Ciência*: possibilidades para o ensino
de química**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências como parte
dos requisitos para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Ciências-Pós-Graduação em Ensino
de Ciências-Mestrado Profissional**

Área de concentração: Ensino de Ciências

**Orientador(a): Profa. Dra. Jane Raquel Silva de
Oliveira**

**Setembro de 2016
Itajubá**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Márcio César Braga Batistele

**Análise de características de textos de divulgação científica
da revista *Minas Faz Ciência*: possibilidades para o ensino
de química**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 30 de setembro de 2016, conferindo ao autor o título de Mestre em Ensino de Ciências ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - Mestrado Profissional.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Jane Raquel Silva de Oliveira
(orientadora)

Prof. Dr. Marcelo Borges Rocha

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Júnior

Itajubá
2016

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos se expandem a várias pessoas, mas antes disso não posso deixar de agradecer à força divina que nos propulsiona, motiva e dá sentido a nossa vida a todo instante.

Nas situações vividas na caminhada, teve especialmente às pessoas que foram mais intensas nesse processo, cada um com seu apoio diferente, como por exemplo meus pais Jordane Batisteli e Maria Braga Batisteli, meu irmão Geraldo Batisteli que foram fundamentais, pois sem eles ficaria muito mais difícil ou quase impossível a realização desse sonho. Minha filha Ana Márcia, com presença espiritual, fonte de inspiração, motivação para realização e conclusão do curso.

Outro agradecimento especial é para professora, orientadora Jane Raquel que desde o início acreditou em mim, apoiou, ajudou quando precisava, repassando inúmeras informações, diante das minhas limitações, o que me proporcionou aprendizado constante.

Aos meus professores do mestrado, aos quais tenho um grande carinho, consideração, respeito, pois fizeram parte desse momento ímpar na minha jornada, destacando contato maior com a professora Rita Stano que me incentivou, apoiou a todo instante.

Também agradeço aos colegas do mestrado, por fazerem parte da jornada, cada um com suas características peculiares, que proporcionaram momentos de conhecimento, descontração, enfim, muitas informações ao longo da caminhada.

Mas especialmente vou citar o Paulo Sérgio (Paullus Hoffmann) no facebook, que além de colega de classe, mostrou ser útil em situações que necessitava, principalmente na área tecnológica, foi um verdadeiro amigo guia de Itajubá, sendo importante na minha jornada estudantil.

Agradeço a Gabriela Belini, pela amizade, pelo compartilhamento de informações diante da dissertação e de matérias feitas concomitantemente, não esquecendo também das viagens aventura realizadas de Juiz de Fora até Itajubá.

Enfim, de uma maneira geral, agradeço a todos que ajudaram de maneira direta ou indiretamente, como por exemplo aos funcionários do hotel onde ficava (Novo Hotel), que era o sinônimo de acolhida na cidade.

Finalmente, o que tenho a dizer é um muito obrigado a todos que tive contato durante esses dois anos e meio de mestrado, que para mim é uma conquista marcante, relevante, um sonho realizado.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

“Educar é impregnar de sentido o que fazemos a cada instante!”

Paulo Freire

RESUMO

Alguns estudos na literatura têm discutido a função educativa dos textos de divulgação científica (TDC) em sala de aula. Nesta pesquisa realizamos inicialmente uma revisão bibliográfica nos Encontros Nacionais de Pesquisa em educação em Ciências (ENPEC) e em revistas da área de Ensino (Qualis A1, A2 e B1), buscando localizar trabalhos que descrevem a aplicação de atividades didáticas que usam TDC em sala de aula da educação básica. Identificamos 15 trabalhos que apresentaram atividades didáticas aplicadas em sala de aula de ciências da educação básica, abrangendo TDC de revistas, jornais, livros de divulgação científica etc. Analisamos nos trabalhos os seguintes aspectos: contextos de aplicação das atividades (escola, nível de ensino, disciplina); objetivos didáticos; tipos de materiais didáticos usados; estratégias utilizadas; contribuições das atividades; dificuldades encontradas pelos autores para realização das atividades com TDC. Nessa revisão bibliográfica verificamos a importância de estudos que analisem os conteúdos e características linguísticas de TDC a fim de oferecer subsídios aos professores para a escolha de materiais dessa natureza. Nesse contexto, a finalidade desta pesquisa é estudar algumas características discursivas e potencialidades didáticas de textos de divulgação científica relacionados à Química e áreas afins da revista *Minas Faz Ciência* – uma revista de divulgação científica publicada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Adotamos como referenciais teóricos os estudos de Zamboni sobre os aspectos do discurso da divulgação científica, e Ribeiro sobre as potencialidades educativas do TDC. Foram selecionados dez textos da revista *Minas Faz Ciência* para este estudo, envolvendo temas atuais, como água, meio ambiente, energia, entre outros. Para análise dos textos, adotamos a metodologia de análise textual discursiva descrita por Moraes e Galliazzzi. Os resultados indicaram algumas potencialidades didáticas dessa revista. Observamos nos textos a predominância dos aspectos didáticos e laicos, devido à presença de características como: procedimentos explicativos, recuperação de conhecimentos tácitos, temáticas e abordagens contextualizadas, linguagem acessível, recursos visuais atrativos. Também foram observados alguns aspectos relacionados ao funcionamento da atividade científica e sua relação com o contexto social. Os resultados apontam que os textos da revista *Minas Faz Ciência* podem ser úteis para a educação em ciências.

Palavras-chave: texto de divulgação científica; discurso; revista *Minas Faz Ciência*; recurso didático.

ABSTRACT

Some studies in the literature have discussed the educational role of the popular scientific texts in the classroom. In this research, initially we conducted a literature review in which analyzed published works in science education field that describe the application of educational activities that use the popular scientific texts in classrooms basic education. We identified 15 studies that presented educational activities applied in basic education science classrooms, covering texts of the magazines, newspapers, popular scientific book etc. The following aspects were analyzed: application contexts of activities (school, level of education, discipline); educational objectives; kind of teaching materials used; strategies used; contributions of activities; difficulties described by the authors for carrying out activities. In this literature review, we noted the importance of studies analyzing the content and linguistic characteristics of the popular scientific texts, with the purpose to offer teachers a basis for the choice of these materials. In this context, the purpose of this research is to study some discursive features and didactic potential of scientific texts related to chemistry of the *Minas Faz Ciência* magazine - a scientific magazine published by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). We adopted as theoretical reference the studies of Zamboni about the discursive aspects of the popular scientific texts, and Ribeiro about the educational potential of the popular scientific texts. We selected ten texts of the *Minas Faz Ciência* magazine for this study, involving current issues, such as water, environment, and energy. For analysis of the texts, we adopted the discursive textual analysis methodology described by Moraes and Galliazzi. The results indicated some didactic potential of this magazine. We observed in the texts the predominance of didactic and laic aspects, due to the presence of features such as: explanatory procedures, recovery of tacit knowledge, thematic and contextual approaches, accessible language, and attractive visuals. It was also observed some aspects related to the functioning of scientific activity and its relationship to the social context. The results show that the *Minas Faz Ciência* magazine texts can be useful for science education.

Keywords: popular scientific texts; discourse; *Minas Faz Ciência* magazine; teaching tool.

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1 - Imagem apresentada no TDC “Água limpa de verdade” representando a temática abordada.....	69
Figura 5.2 - Imagem representativa da temática radiação, correspondente ao texto “Sentinelas do clima”	76
Figura 5.3 - Imagem referente à temática dos combustíveis do texto “Energia limpa e do bem”	80
Figura 5.4 - Imagens de plantas aquáticas despoluidoras referentes ao texto “Patrulheiras Antipoluição”.....	83
Figura 5.5 - Imagens das plantas utilizadas na pesquisa do texto “Patrulheiras Antipoluição”.....	84
Figura 5.6 - Imagem referente à temática do texto “Cheiroso e ecológico”.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Número total de trabalhos apresentados em todas edições do ENPEC, de 1997 a 2013.....	23
Tabela 2.2 - Sistemas de ensino nos quais foram aplicados os trabalhos, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014), que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.....	27
Tabela 2.3 - Níveis de ensino nos quais foram aplicados os trabalhos, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014), que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.....	27
Tabela 2.4 - Disciplinas quais foram aplicados os trabalhos, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014), que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.....	27
Tabela 2.5 - Objetivos didáticos citados pelos autores nos trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e revistas da área de ensino de ciências (1997-2014).....	31
Tabela 2.6 - Estratégias didáticas adotadas nos trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014).....	33
Tabela 2.7 - Tipos de TDC adotados nos trabalhos que reportam o uso de tais textos em atividades didáticas na sala de aula da educação básica, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014).....	36
Tabela 2.8 - Contribuições das atividades didáticas que usam TDC em sala de aula, descritas nos trabalhos Do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014).....	38
Tabela 2.9 - Dificuldades mencionadas pelos autores nos trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica, publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014).....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Trabalhos publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014) que reportam o uso de TDC em atividades na sala de aula da educação básica.....25

Quadro 4.1 - Textos selecionados da revista *Minas Faz Ciência*.....62

Quadro 4.2 - Eixos temáticos para a área de química descritos no CBC de Minas Gerais e textos da revista *Minas Faz Ciência*, selecionados para análise, cujos assuntos estejam a eles relacionados.....63

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Objetivos da pesquisa	21
2 O TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM SALA DE AULA.....	23
2.1 Contexto de aplicação das atividades.....	26
2.2 Objetivos didáticos mencionados pelos autores.....	30
2.3 Estratégias didáticas usadas nas atividades.....	33
2.4 Tipos de TDC usados nas atividades.....	35
2.5 Contribuições das atividades didáticas.....	37
2.6 Dificuldades citadas pelos autores.....	39
3 REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	42
3.1 Considerações gerais sobre divulgação científica.....	41
3.2 Caracterização do texto de divulgação científica.....	47
3.3 Planejamento do ensino.....	54
4 PERCURSO METODOLÓGICO.....	59
4.1 Seleção e caracterização de TDC da revista <i>Minas Faz Ciência</i>	59
4.1.1 A revista <i>Minas Faz Ciência</i>	59
4.1.2 A seleção do <i>corpus</i> analítico.....	61
4.1.3 Metodologia de análise.....	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	66
5.1 Análise de textos da revista <i>Minas Faz Ciência</i>	66
5.2 Elaboração de sequências didáticas.....	92
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
APÊNDICE A.....	99
REFERÊNCIAS.....	124
ANEXOS.....	130

APRESENTAÇÃO

Nascido no interior de uma cidade de Minas Gerais, chamada Rio Casca, caçula de uma família com duas irmãs, e dois irmãos. Depois de árdua luta, meu pai se fixou como ferroviário e minha mãe vendia roupas. Logo se mudaram em 1972 para Mariana, também em Minas Gerais, com novos propósitos. Minha mãe montou uma lojinha e meu pai trabalhava na estação ferroviária da cidade. Inicialmente frequentei colégio infantil Santo Estevão, que era coordenado por irmãs de caridade. Posteriormente, não me adaptava em escola nenhuma, chorava quando chegava o horário de ir pra aula. Finalmente consegui me adaptar em uma escola pública denominada Escola Estadual Professor Soares Ferreira, no qual fiquei até a quarta série. Posteriormente em 1981, fui para a Escola Estadual Dom Silvério, nessa época tinha até concurso para ingressar, sendo que passei entre os primeiros lugares, não acreditei nessa grande vitória. Lá permaneci até a oitava série do ensino fundamental. Nessa escola, posso dizer que passei momentos marcantes em minha vida, em vários aspectos. As amizades mais fortes, as melhores notas bimestrais, professores que de certa forma marcaram até hoje minha vida. Foi bom demais!!!

Em seguida, em 1986, fiz prova para Escola Técnica Federal de Ouro Preto, para o curso Técnico em Mineração, não por vontade, mas na verdade éramos encaminhados para tal concurso, pois nessa época não tínhamos o advento da internet, por exemplo, que propicia informações para possibilidades diversas. Essa escola era considerada a mais conceituada da região e sonho de muitos estudantes. Os estudos nessa escola eram estabelecidos em horário integral, ou seja, entre 7h e 17 h e ia abranger três anos. Era uma luta árdua, pois morava em Mariana e tinha que deslocar até Ouro Preto todos os dias, de forma que o ônibus parava na praça principal, e a partir daí, fazíamos caminhada de 5km diariamente até a Escola Técnica.

Vários fatores, tais como cansaço, foram ajudando para que eu tivesse baixo rendimento e, como consequência, fui desgostando, até que em 1989 transferi para o Colégio Arquidiocesano, também em Ouro Preto, para o chamado antigo curso Científico, correspondendo ao atual Ensino Médio. Lá o ambiente era diferente, só estudava em um turno, colégio de cunho religioso, particular, no qual estudava boa parte da elite burguesa da cidade. Nesse colégio, a maioria dos professores eram estudantes da Universidade Federal de Ouro Preto.

Concluí o curso em 1990 e posteriormente prestei concurso para ingresso na Universidade Federal de Viçosa e no Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-MG) de Belo Horizonte. Acabei ingressando no curso de Eletroeletrônica do CEFET, ensino

técnico equivalente ao ensino médio atual. Novamente, minha vida tomava novos contornos, já que teria de mudar para Belo Horizonte. Logo no início, batia saudades da família, bem como das partidas de peteca e futebol que eram realizadas sagradamente a partir das 17 horas com os amigos em Mariana. E que SAUDADE!!!

No CEFET, como eu já possuía segundo grau completo, frequentava apenas quatro matérias relacionadas à parte técnica do curso. Em 1992, prestei vários vestibulares, sendo dois deles pra Química na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e Universidade Federal de Viçosa (UFV), outros para Engenharia Elétrica (CEFET-MG) e Fundação de Ensino Superior de São João Del Rei (FUNREI), que agora se chama Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ). Fui aprovado em dois deles, sendo de Química na UFJF e Engenharia Elétrica na FUNREI. Optei por Química na UFJF. Novamente mudava rumo da minha vida, pois larguei o segundo ano Eletroeletrônica do CEFET em BH, e me direcionava para Juiz de Fora. Diante dessa escolha, posso dizer que meio ao acaso, no fundo tem parte inconsciente em relação à Química, pois quando via e ouvia algo relacionado à ciência, adorava; vendo livro de Química, sempre procurava folheá-lo, gostava de ver fórmulas, bem como figuras e assuntos relacionados à mesma.

Foi uma caminhada bacana em Juiz de Fora, no qual ingressei em 1992 e conclui o curso de Bacharelado em Química em 1997 e Licenciatura em Química em 1999. Foram momentos que marcaram muito minha vida, devido a inúmeros fatores e situações, como morar em pensão, república, às vezes várias pessoas no mesmo quarto, e nem sempre eram estudantes. Dessa vez estava bem mais longe da família e a saudade era tamanha, a ponto de pensar em desistir do curso. Mas aos poucos, passava a adaptar melhor, de forma a criar uma rotina em Juiz de Fora. Tentava de tudo para minimizar os gastos, sendo assim lutava pelas bolsas de Iniciação Científica ou de assistência social. Agradeço imensamente por conseguir ter de Iniciação Científica, assim também como de serviços prestados, que dessa forma me ajudava a manter no curso, mas não esqueço da ajuda imprescindível de meus pais, que sem eles não chegaria a lugar nenhum.

Além desses fatores à parte, mergulhava em conhecimentos diversos, tais como os temíveis Cálculos, as matérias afins como a Geometria Analítica, as diferentes áreas da Química, as opcionais, chegando até mesmo ao Francês. Em meio a tudo isso, aproveitava para participar das oportunidades referentes aos Encontros Nacionais de Estudantes de Química, além dos congressos e eventos da área em várias localidades. Com isso, ganhei experiência e conhecimento em relação aos assuntos científicos, bem como amizades interessantes surgiram ao longo dessas jornadas acadêmicas.

Enfim, é com muito prazer que relato essa etapa na UFJF, gratificante demais esse momento, que significou passo importante e relevante para minha trajetória.

Posteriormente lá em 1997, ao término do curso, surgiu oportunidade de emprego na Cia Têxtil Ferreira Guimarães, na cidade de Barbacena, situada a 70 km de Juiz de Fora, no qual ocuparia função em tinturaria, mas depois constatei que minha carteira foi assinada como auxiliar de tinturaria, o que fugiu um pouco das minhas pretensões, já que inicialmente alegaram que seria propriamente de Químico. Em meio a tudo isso, aprendi que na vida, devemos ter calma, paciência **e que muitos erros e derrotas não significam perda**, e sim ganhos, que só vamos perceber ao longo da nossa caminhada. Digo isso, pois nessa etapa empregatícia, as coisas não caminhavam da maneira que esperava, e que a fábrica também não estava nada bem, passando por momento financeiro complicado. Dessa maneira conversei com o gerente sobre meu futuro na mesma, e ele me deixou escolher a melhor maneira que achava pra resolver a situação, ou seja, se eu ficava ou saía. Foi dessa forma que repensei, refleti sobre minha formação, me interrogando sempre: **“Eu não me formei pra ficar dessa maneira”**.

Fiquei na fábrica entre 1998 e 2001, e logo surgiram algumas aulas de Química em uma escola da periferia de Barbacena. Com muito receio e incertezas, resolvi enveredar pelas trilhas da educação. Nesse meio tempo ainda trabalhava na fábrica e começava a lecionar. Comecei exatamente na educação em 15 de Outubro de 2000. Logo no início de 2001, já lecionava em duas escolas da rede pública, sendo mais precisamente 36 aulas por semana. Acabei saindo da fábrica em Fevereiro de 2001.

Dali em diante, permaneci em uma mesma escola até os dias de hoje, coincidentemente foi na escola no qual iniciei minha carreira na educação, a Escola Estadual Henrique Diniz, situada no bairro Boa Vista na cidade de Barbacena. Portanto, um cargo, como se diz no Estado de Minas Gerais, sendo fixo, e outro cargo eu trabalhava a cada temporada em local diferente. Até a partir do ano de 2005, por contingências de designação, eu me fixar também em escola estadual da cidade de Ressaquinha, localizada a 19 km de Barbacena. Fiquei satisfeito ao conseguir ser aprovado em concurso público de 2002, de maneira a me tornar efetivo em um cargo de aulas. Percebi que a área científica, mais propriamente Física e Química estava carente de professores. Ao longo de 2000 em diante, essa situação foi sendo superada, com a propagação de vários cursos de Química, em diversas instituições.

Ao longo da jornada educacional, fui aprendendo, moldando-me, e observando as inúmeras variantes que perpassam o ambiente escolar. Vivo procurando receitas, métodos,

mas confesso que até hoje não consegui o intento. O ambiente escolar retrata exatamente nossa vida, que é repleta de surpresas, angústias, necessidades, complexidades, o que explica a não existência de uma receita própria, única. Mas os ingredientes eu sei perfeitamente, como exemplo: amor pelo que fazemos; vontade de melhorar sempre; entender o próximo; saber que cada um é ser único e, portanto, caracteriza-se diferente; calma, paciência para resolvermos situações diversas. Enfim, entendimento e diálogo são palavras primordiais do educador. Com tudo isso, cria-se situações que nos coloca em desafio intermitente por dias melhores. Agradeço sempre pelas inúmeras amizades legais, assim como pelo aprendizado constante que essa profissão propicia. Também sempre me indagava em propiciar um ensino legal, cada aula ficava me interrogando se foi bom, e ficava na certeza de estar faltando algo.

Os anos se passaram, e fui me perguntando: Como e no que estão trabalhando meus colegas da Química? E com a internet, fui retomando amizades e percebia que a maioria deles havia prosseguido os estudos. Minha vontade em continuar a estudar foi estimulada, pois percebia que de certa forma estava acomodado com o passar dos anos, permanecendo na mesma situação. Aproveitei as férias prêmio, mais precisamente em 2013, a partir de Outubro, fui pesquisando qual e como seriam as possibilidades de voltar aos estudos, ou seja, de fazer um Mestrado. Foi assim que percebi a existência de oportunidades para continuar a estudar, exatamente na área em que queria, ou seja, no ensino de química, então resolvi prestar concurso para o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). O Mestrado era um sonho que almejava há alguns anos, pois sentia estar atrasado no tempo. Fiquei satisfeitíssimo ao ser aprovado no concurso seletivo de 2014.

Esses últimos anos foram uma luta incansável, devido a viagens, tempo curto, até mesmo em relação à questão financeira. Percebi que desenvolvi muito em leitura, escrita, reflexões, enfim, tenho aprendido muito. Como ponto culminante do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, a nossa pesquisa teve como tema central a divulgação científica, mais especificamente relacionada ao estudo de texto de divulgação científica em sala de aula (TDC). Foi interessante trabalhar com esse tema, pois sempre em minha carreira docente eu me interessei em trabalhar com textos diversos, principalmente de revistas em sala de aula.

Dessa forma tive a oportunidade de investigar as publicações referentes ao assunto em eventos e publicações da área. Buscamos conhecer inicialmente algumas propostas da literatura, ou seja, nos empenhamos em conhecer com mais detalhes alguns aspectos relacionados ao uso de TDC no contexto da educação em ciências. Assim, apresentamos no capítulo 2 uma revisão bibliográfica na qual buscamos mapear trabalhos nacionais, publicados

em congresso e em revistas da área de ensino de ciências, que reportam a aplicação de atividades didáticas pautadas no uso de TDC em sala de aula. Analisamos os trabalhos localizados, buscando investigar os seguintes aspectos: contextos de aplicação das atividades (tipo de sistema de ensino, nível de ensino, disciplina); objetivos didáticos das atividades mencionados pelos autores; tipos de materiais didáticos (TDC) usados nas atividades; principais estratégias usadas em atividades dessa natureza; quais as principais contribuições das atividades destacadas pelos autores; dificuldades apontadas pelos autores na aplicação das atividades. Verificamos a importância de se conhecer as características dos TDC a fim de poder fazer boas escolhas para sua utilização nas situações de ensino.

Após essa investigação, começamos a traçar a pesquisa propriamente, que foi a análise de características discursivas e das potencialidades didáticas de textos da revista *Minas Faz Ciência*.

No capítulo 3, apresentamos fundamentos teóricos que nortearam as análises dos TDC da revista *Minas Faz Ciência* realizadas nesta pesquisa. Descrevemos um pouco do contexto e conceitos da divulgação científica e suas relações com a educação científica. Em seguida, passamos a discutir mais especificamente algumas noções sobre o texto de divulgação científica, delineando algumas formas de conceituar e caracterizar o discurso da divulgação em tais textos. Abordamos também alguns aspectos relativos ao planejamento de ensino.

O percurso metodológico adotado nesta pesquisa está descrito no capítulo 4. Nele, caracterizamos o tipo da pesquisa usado neste estudo, descrevemos alguns aspectos gerais de nosso objeto de estudo (a revista *Minas Faz Ciência*), detalhamos os critérios e procedimentos adotados para seleção do *corpus* de análise, por fim, apresentamos a metodologia de análise dos dados, a qual se baseou na Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Posteriormente foram selecionados e analisados dez textos da revista *Minas Faz Ciência*, de acordo com referenciais adotados, Zamboni (2001) e Ribeiro (2007). Os resultados e discussão dessa análise estão apresentados no capítulo 5.

Algumas considerações finais a respeito desse estudo estão dispostas no capítulo 6.

Antes de nos debruçarmos sobre a análise de textos da referida revista, realizamos inicialmente uma revisão bibliográfica, na qual procuramos mapear trabalhos nacionais, publicados em congresso e em revistas da área de ensino de ciências, que reportassem atividades didáticas pautadas no uso de TDC em sala de aula.

E por fim, a partir desse estudo, foram elaboradas sequências didáticas envolvendo textos da referida revista que abordaram assuntos de Química ou conteúdo afim, as quais podem ser utilizadas em sala de aula por professores no Ensino Médio ou Fundamental, como

atividade alternativa e auxiliar ao livro didático, já que as mesmas se baseiam também nos Conteúdos Básicos Curriculares do Estado de Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

Diante de uma sociedade permeada de avanços científicos e tecnológicos, é de suma importância que o público tenha acesso ao conhecimento científico para o exercício da cidadania (GOUVÊA, 2000). Nesse sentido, a divulgação científica pode ser apontada como um caminho interessante para discussão de variados temas de natureza científica, ambiental, social, entre outros. Ou seja, um dos objetivos da divulgação científica é tornar o conhecimento científico acessível, criando uma ponte entre o mundo da ciência e da sociedade (MORA, 2003).

Adinolfi (2005) também destaca que em uma sociedade fortemente baseada na ciência e tecnologia, a divulgação científica tem implicações sociopolíticas importantes; se a população não compreende nada de ciência, ou apenas admira o que é produzido pelos cientistas, ela será pouco participativa nos debates relativos às decisões que lhes dizem respeito. Portanto, podemos considerar importante a divulgação científica em caráter mais amplo, de forma a se constituir numa condição necessária para a formação do indivíduo para lidar com o mundo, bem como para o exercício da cidadania.

Segundo Albagli (1996), a divulgação científica vem evoluindo ao longo dos anos e pode se orientar a vários objetivos, tais como: educacional (para ampliação do conhecimento científico e compreensão por parte de público não especialista); cívico (para desenvolvimento de opinião pública informada sobre aspectos do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade). A autora também enfatiza quão ampla pode ser a divulgação científica, no sentido de abranger aspectos, políticos, culturais e ideológicos.

A compreensão e análise crítica do discurso científico veiculado nesse tipo de comunicação são aspectos mencionados em documentos curriculares para a educação básica. De acordo com as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ para a área de Química, é importante que os estudantes possam desenvolver habilidades como:

analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico; por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos em alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens. (BRASIL, 2002, p.89).

Com o intuito de auxiliar os professores em sala de aula na busca de um ensino mais significativo, o uso de textos de divulgação científica (TDC) tem se apresentado como um aliado ou alternativa ao uso do livro didático na construção de conceitos científicos. Alguns benefícios do uso de TDC na sala de aula são apontados por vários pesquisadores, dentre os quais se destacam: o desenvolvimento da leitura, a inserção de novas abordagens a formação de leitores críticos, a articulação de temas ligados ao cotidiano dos alunos, enfim, maior envolvimento e participação dos alunos no processo de aprendizagem de ciências (GABANA; LUNARDI; TERRAZZAN, 2003; MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004; SILVA; ALMEIDA, 2005).

Pesquisas da área de educação em ciências sugerem ainda que os TDC facilitam a incorporação do saber científico contribuindo para a formação de hábitos e atitudes nos estudantes mesmo após a saída da universidade (QUEIROZ; FERREIRA; IMASATO, 2012). Nesse contexto, o contato dos alunos com diferentes tipos de textos oferece oportunidade para que tenham acesso a uma diversidade de informações, que vai desde reportagens de mídia até originais de cientistas, tornando-os participantes da cultura científica, desenvolvam habilidades de leitura, dominem conceitos, enfim, essa abordagem também contribui na interdisciplinaridade, ética, cidadania, possibilitando também as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Esse tipo de atividade propicia aos estudantes compartilharem ideias a respeito de determinada disciplina, bem como utilizam o conhecimento construído em tarefas posteriores, já que os mesmos costumemente não conseguem associar a presença da Química em situações do cotidiano (SILVA; CUNHA, 2011).

Segundo Chaves, Mezzomo e Terrazzan (2001), a introdução de TDC em sala de surge com duas funções principais, sendo uma delas a necessidade de contribuir para que a população faça imagem crítica da ciência, assim como também possam discutir suas aplicações tecnológicas presentes no cotidiano, bem como perceberem as implicações sociais envolvidas. Ferreira e Queiroz (2012) também destacam que a utilização de TDC em ambiente educacional pode favorecer a introdução de novos sentidos para o ensino-aprendizagem em ciências contemplando uma educação para cidadania. Para as autoras, esse tipo de material é um gênero particular de discurso que aborda os conteúdos da ciência na atualidade e seus avanços, propiciado ao público não especialista oportunidades de construir seu conhecimento sobre temas muitas vezes complexos, difíceis e em muitos casos até mesmo inacessíveis.

Ribeiro (2007) aponta que o uso de material de divulgação científica em sala de aula pode motivar os alunos a se interessarem por temas científicos, além de desenvolver hábito de leitura, possibilitando formação de leitores críticos e inserindo novas abordagens nas aulas de Física. O texto de divulgação científica possibilita levar o aluno a se posicionar criticamente em relação a conceitos científicos, assim como pode ser trabalhado de maneira contextualizada, possibilitando linguagem mais clara e acessível.

Portanto, conforme os autores citados anteriormente, são ricas as potencialidades do uso de TDC em ambientes escolares. Diante dessa perspectiva, várias pesquisas têm sido realizadas na área de ensino de ciências voltadas à análise de revistas de divulgação científica com o intuito de colocar em destaque elementos que auxiliem os professores na escolha mais adequada de materiais dessa natureza para uso no contexto educacional (FERREIRA; QUEIROZ, 2012). Nesses estudos, são analisadas revistas como *Ciência Hoje*, *Superinteressante*, *Scientific American*, *Globo Ciência*, entre outras.

A revista *Ciência Hoje*, vinculada à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), foi criada em julho de 1982 e é considerada a primeira revista de divulgação científica do país. A revista veicula matérias da atualidade e de interesse social e possui considerável reputação no meio acadêmico, podendo ser facilmente encontrada em bancas, bibliotecas públicas e escolas do nível básico. Seus textos se dirigem à comunidade acadêmica, aos professores e estudantes de ensino médio e à sociedade em geral têm contribuído para a divulgação do conhecimento científico no país. Devido à sua diversidade de abordagens e temáticas, os artigos da *Ciência Hoje* se constituem em um rico acervo para os professores, com inúmeras possibilidades de uso em suas aulas (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

A *Ciência Hoje das Crianças* (CHC) surgiu como encarte da *Ciência Hoje*, em 1986. Atualmente é a revista de divulgação para crianças da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Sendo uma revista de caráter multidisciplinar e pública, a CHC objetiva promover aproximação entre cientistas, pesquisadores e público infantil, incentivando o saber científico, assim como estimular a curiosidade das crianças em relação às ciências (LOIOLA; ZANCUL; BIZERRIL, 2013).

Outra revista cujos TDC também são muito analisados pelos pesquisadores da área de ensino de ciências é a *Superinteressante*. Criada em outubro de 1987, a revista pertencente à editora Abril e é considerada a revista de divulgação científica de maior tiragem no país (MIRANDA, 2005). De acordo com Carvalho (1996), a *Superinteressante* foi baseada na revista *Muy Interessante* e então adaptada especificamente para o público brasileiro. Seus

textos contêm informações que fornecem cultura científica geral aos seus leitores, sendo uma das preocupações da revista ensinar temas relevantes e atrativos para seu público. Monteiro, Monteiro e Gaspar (2003) destacam que uma das vantagens dos TDC da referida revista é sua linguagem mais acessível aos alunos do ensino médio.

A *Scientific American* é uma revista de divulgação científica americana que surgiu em 1845 com sede em Nova York. A revista *Scientific American Brasil* foi editada pela Duetto Editorial, criando-se a versão brasileira em junho de 2002. Segundo Gonçalves (2013), a revista tem divulgado importantes descobertas científicas e invenções tecnológicas nas publicações e apresenta linguagem mais próxima da científica.

A revista *Galileu*, publicada pela editora Globo, foi fundada em 1990 e ganhou o nome de *Globo Ciência*. De acordo com Kemper, Zimmermann e Gastal (2010), a maioria dos artigos dessa revista é escrito por jornalistas e não por especialistas ligados às áreas de ciências. Seus textos possuem uma linguagem mais coloquial, com pouco uso de termos técnicos, os quais geralmente têm explicações e, dessa forma, tornam-se mais acessíveis ao grande público. Ainda segundo as autoras, a linguagem empregada pela revista *Superinteressante* é mais informal que a usada na revista *Galileu*.

Ainda, segundo as autoras acima, a linguagem usada nos artigos, em várias situações, é sensacionalista e de forma a apresentar informações como acontecimentos extraordinários. A análise dos textos realizada por Kemper, Zimmermann e Gastal (2010) mostrou que eles se iniciavam com títulos para atrair o leitor, bem como com subtítulos chamativos para manter a curiosidade do mesmo. Nesse sentido, Zamboni (2001) nos lembra que as revistas dependem de vendas para sua manutenção no mercado e o sensacionalismo atrai os leitores. O uso de recursos de impacto tem como objetivo fazer o leitor ler e comprar por curiosidade despertada.

De uma maneira geral, limitações decorrentes de TDC se referem a questões como superficialidade e falta de informações, ou ainda aspectos visuais como ilustrações, cores, que também podem ser problemáticos. Outro cuidado é observar a procedência das informações contidas nos mesmos. Duarte (2004) aponta limitações em relação ao uso de analogias no ensino de ciências da seguinte forma: (1) a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes, sem se chegar a atingir o que se pretendia; (2) pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão; (3) a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; (4) os alunos podem centrar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações.

Além dessas mais conhecidas do grande público, uma importante revista de divulgação científica do estado de Minas Gerais é a revista *Minas Faz Ciência*, uma publicação da Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). A revista, que circula desde dezembro de 1999, tem como alvo o público não especializado, utiliza uma linguagem acessível e se preocupa em discutir avanços, descobertas, implicações e controvérsias da Ciência, Tecnologia e Inovação, visando contribuir para o fortalecimento de uma cultura científica do país.

Encontramos na literatura poucos estudos com a referida revista. Um deles foi a pesquisa realizada por Ocáriz (2013) que analisou a seção “Cartas dos Leitores” da *Minas Faz Ciência*, estudando os elogios, as críticas, assim como a quantidade de cartas mostradas em cada edição. Nesse estudo, verificou-se que a maioria do público leitor da revista é de ensino superior. No entanto, a revista *Minas Faz Ciência* tem como meta atingir um público maior e, para tal, disponibiliza abertamente todo seu conteúdo em ambiente online, além de ser distribuída gratuitamente para seus assinantes, o que permite o acesso de pessoas das mais variadas classes sociais.

Considerando a importância do texto de divulgação científica para a educação em ciências e a necessidade de trabalhos que busquem avaliar o potencial didático de tal material, neste estudo partimos do seguinte problema de pesquisa: os textos da revista de divulgação científica *Minas Faz Ciência* teriam potencial como recurso didático para a educação científica e, mais especificamente, para o ensino de química?

Dessa forma, apresentamos nesta pesquisa uma análise de características discursivas presentes textos da referida revista a fim de discutir sobre suas potencialidades para o ensino de Química. Esse estudo nos possibilitou, posteriormente, elaborar como produto final dessa Dissertação sequências didáticas pautadas no uso de TDC da revista *Minas Faz Ciência*.

Detalhamos a seguir os objetivos gerais e específicos delineados para esta pesquisa.

1.1 Objetivos da pesquisa

Considerando a questão que motivou este estudo, traçamos o seguinte objetivo geral para nossa pesquisa: investigar as potencialidades didáticas de textos de divulgação científica publicados na revista *Minas Faz Ciência*.

Para atender a esse objetivo mais amplo, delineamos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar características discursivas de textos de divulgação científica em artigos da revista *Minas Faz Ciência*;
- Identificar as temáticas abordadas nos textos da referida revista e articulá-las com o currículo de química do ensino médio.
- Discutir as potencialidades didáticas desses TDC para a sala de aula de Química.

Além dos objetivos de natureza mais acadêmica, este estudo também teve como meta elaborar sequências didáticas para a sala de aula de química envolvendo o uso de textos da revista *Minas Faz Ciência* em diferentes formas de estratégias (Produto Final), bem como estimular a divulgação e uso dessa revista – que publica trabalhos de pesquisa realizado em nosso Estado – no contexto escolar.

A fim de buscar subsídios para elaboração das sequências didáticas, procuramos na literatura da área de ensino de ciências, atividades que reportaram uso de TDC em sala de aula. Os resultados dessa busca estão especificados no capítulo a seguir.

2 O TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM SALA DE AULA

Considerando as discussões acerca da importância da aplicação de texto de divulgação científica em sala de aula, passamos a nos questionar sobre as ações que têm sido realizadas dentro dessa perspectiva no contexto da educação básica. Interessou-nos fazer uma revisão bibliográfica com a finalidade de mapear os trabalhos desenvolvidos pela comunidade da área de ensino de ciências que reportam o uso de texto de divulgação científica (TDC) em atividades didáticas aplicadas na sala de aula do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

Esse levantamento objetivou analisar e refletir sobre diversos aspectos relacionados ao uso TDC sala de aula, a fim de buscar elementos que nos auxiliasse na elaboração das sequências didáticas que seriam desenvolvidas a partir dos textos da revista *Minas Faz Ciência* analisados nesta pesquisa. Os resultados desse levantamento também nos permitiria mapear que revistas de divulgação científica são as mais usadas no contexto educacional.

Para realizarmos o levantamento de trabalhos dessa natureza, iniciamos nossa busca nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Esse evento é bienal, promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e teve sua primeira edição em 1997. O ENPEC tem se constituído em um dos principais espaços para apresentação e discussão de trabalhos na área. Dessa forma, os trabalhos publicados no referido evento possibilitam conhecer de forma panorâmica a produção acadêmica da área de educação em ciências no Brasil. O número total de trabalhos apresentados em cada edição do evento está listado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1- Número total de trabalhos apresentados em todas edições do ENPEC, de 1997 a 2013.

Edição do ENPEC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Número de trabalhos	57	106	124	192	387	405	425	1009	922		

Outra fonte de pesquisa bibliográfica adotada neste levantamento foram as revistas da área de ensino de ciências, listadas na classificação dos periódicos realizada pelo chamado Qualis da CAPES para a área de Ensino. Estabelecemos como critério realizar o levantamento dos trabalhos apenas nas revistas nacionais nos estratos A1, A2 ou B1 do Qualis. Além disso,

devido ao foco desta pesquisa, excluimos os periódicos da área de educação matemática. O período de busca da nossa pesquisa abrangeu 21 anos (1993 a 2015), considerando a disponibilidade dos artigos nos sites de cada revista. As revistas da área de ensino que foram englobadas na pesquisa, bem como suas respectivas classificações no Qualis da CAPES são: *Alexandria: Revista em Educação em Ciência e Tecnologia* (B1), *Caderno Cedes* (A2), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (B1), *Cadernos de Pesquisa* (A1), *Cadernos de Pesquisa* (B1), *Cadernos de Saúde Pública* (A2), *Ciência e Educação* (A1), *Ciência e Ensino* (B1), *Educação e Pesquisa* (A1), *Educação e Realidade* (A1), *Educação e Sociedade* (A1), *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* (A2), *Experiências em Ensino de Ciências* (B1), *História, Ciências, Saúde- Manguinhos* (A1), *Investigações em Ensino de Ciências* (A2), *Pesquisa em Educação Ambiental* (B1), *Revista Brasileira de Educação* (A1), *Revista Brasileira de História da Ciência* (B1), *Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (A2), *Revista de Ensino de Engenharia* (B1), *Caderno Catarinense de Física* (cessou em 2001, posterior como *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (B1)).

Foram selecionados trabalhos que atendessem aos seguintes critérios: ser trabalho completo de evento ou artigo de revista; reportar o uso de TDC em alguma atividade didática aplicada em sala aula; e ter sido aplicado na educação básica (EM e EF). Os trabalhos foram localizados nos sites do evento e das revistas citadas por meio de palavras-chave tais como: texto, texto de divulgação científica, artigo de divulgação científica, revista de divulgação científica; texto jornalístico; texto em sala de aula, também sala de aula. Após localização inicial dos trabalhos por meio dessas palavras chaves, fez-se leitura do título e do resumo a fim de verificar se atendiam aos critérios de seleção previamente estabelecidos. Em casos de dúvidas, fazia-se a leitura completa do trabalho.

Feita a seleção dos trabalhos, procedeu-se à sua análise propriamente dita. Para guiar nossos estudos sobre o uso de TDC em atividades didáticas aplicadas em sala de aula da educação básica, adotamos algumas questões norteadoras:

- a) Quais os contextos de aplicação das atividades (tipo de sistema de ensino, nível de ensino, disciplina)?
- b) Quais os objetivos didáticos das atividades mencionados pelos autores?
- c) Quais os tipos de materiais didáticos (TDC) usados nas atividades?
- d) Quais as principais estratégias usadas em atividades dessa natureza?
- e) Quais as principais contribuições das atividades destacadas pelos autores?
- f) Que dificuldades foram apontadas pelos autores na aplicação das atividades?

Localizamos nessa busca quinze trabalhos que atendiam aos nossos critérios de seleção. Esses trabalhos estão listados por ano de publicação no Quadro 2.1. Cada trabalho recebeu uma numeração, a qual foi adotada para mapear os aspectos analisados.

Quadro 2.1 –Trabalhos publicados nos anais do ENPEC (1997 a 2013) e em revistas da área de ensino de ciências (1997 a 2014) que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Nº	ANO	FONTE	TÍTULO	AUTORES
1	2001	Caderno Catarinense de Ensino de Física.	A Natureza da Luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula.	SILVA, J. A.; KAWAMURA, M. D. B.
2	2003	IV ENPEC	Textos de divulgação científica em sala de aula para o ensino de Física.	MONTEIRO M. A.; CASTRO MONTEIRO, I. C.; GASPARI, A.
3	2004	Investigações em Ensino de Ciências	Clonagem na Sala de Aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica.	MARTINS, I. ; NASCIMENTO, T. G.; ABREU, T. B.
4	2007	VI ENPEC	Textos de divulgação em aulas de Física: uma abordagem investigativa.	MENEGAT, T. M. C.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A.
5	2008	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	Leitura Coletiva de um Texto de Literatura Infantil no Ensino Fundamental: algumas medições pensando o ensino das Ciências.	GIRALDELLI, C. G. C. M.; ALMEIDA, M. J. P. M.
6	2009	VII ENPEC	Literatura na Física: Uma possível abordagem para o ensino de Ciências?	GUERRA, A.; MENEZES, A. M. S.
7	2010	Ciência e Educação	O uso de textos de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre Ecologia a estudantes da Educação Básica.	PERTICARRARI, A.; TRIGO, F. R.; BARBIERI, M. A.; COVAS, D. T.
8	2010	Investigações em Ensino de Ciências	Leitura de Textos de Ciência de diferentes Gêneros: Um olhar cognitivo-processual.	NIGRO, R. G.; TRIVELATO, S. L. F.
9	2011	VIII ENPEC	Uso de texto de divulgação científica na educação sexual de adolescentes.	PINTO CIRNE, A. D. P.; COSTA, I. A. S.

10	2011	Ciência & Educação	Aproximación didáctica a la termodinâmica con modelos y literatura de cienciaficción.	ZAMORANO, R. O.; MORO, L. E. GIBBS, H. M.
11	2013	IX ENPEC	Uma leitura de divulgação científica sobre ressonância magnética no Ensino Médio.	SILVA A. C. ALMEIDA, M. J. P. M.
12	2013	IX ENPEC	Educação ambiental e divulgação científica: O papel da mídia na difusão de conhecimentos científicos.	ROCHA, M. B. NICODEMO, J. F. O.
13	2013	IX ENPEC	Uso de textos de divulgação de temas de Educação em Saúde na Educação de Jovens e Adultos.	LOIOLA, L.; ZANCUL, M. S.; BIZERRIL, M. X. A.
14	2014	Educação e Pesquisa	A revista Ciência Hoje das Crianças no letramento escolar: a retextualização de artigos de divulgação científica.	ALVES DE ALMEIDA, S.; GIORDAN, M.
15	2014	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	A leitura por alunos do Ensino Médio de um texto considerado de Alto Grau de Dificuldade.	SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M.

Cabe destacar que este número não expressa toda produção acadêmica da área, uma vez que não estão incluídas no levantamento, por exemplo, as teses e dissertações da área, bem como diversos outros eventos específicos de cada subárea do ensino (ensino de química, ensino de física etc.). Além não mapear toda produção acadêmica, é digno de nota que estudos como este (de caráter bibliográfico), que buscam conhecer atividades aplicadas em sala de aula, não conseguem abarcar as inúmeras propostas implementadas por professores no seu dia-a-dia escolar, mas que permanecem, em muitos casos, anônimas ou pouco divulgadas junto à comunidade acadêmica. Em geral, apenas propostas didáticas articuladas a trabalhos de caráter acadêmico costumam ser publicadas nas revistas e eventos da área.

2.1 Contexto de aplicação das atividades didáticas

Analizamos inicialmente quais os contextos de sala de aula em que cada trabalho foi desenvolvido, buscando identificar se as atividades didáticas envolvendo o uso de TDC foram aplicadas em escolas públicas ou particulares (Tabela 2.2), se estas envolviam alunos do Ensino Médio ou Ensino Fundamental (Tabela 2.3) e em quais disciplinas foram

desenvolvidas (Tabela 2.4). Percebemos que o somatório final em determinados contextos ultrapassa os 100%, pois algumas propostas foram aplicadas em mais de uma rede de ensino, ou em mais de um nível de ensino.

Tabela 2.2 - Sistemas de ensino nos quais foram aplicados os trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Sistema de ensino	Número do trabalho	%
Rede pública de ensino	1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14,15	73,3
Rede particular de ensino	2, 7, 8, 12	26,6
Não descreve	4, 9, 10	20

Tabela 2.3 - Níveis de ensino nos quais foram aplicados os trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Nível de ensino	Nº do trabalho	%
Ensino fundamental	3, 5, 7, 8, 9, 12, 14	46,6
Ensino médio	1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 15	66,6

Tabela 2.4 - Disciplinas quais foram aplicados os trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

DISCIPLINA	Nº DO TRABALHO	%
Física (EM)	1, 2, 4, 6, 11, 15	40
Biologia(EM)	7, 8, 13	20
Ciências (EF)	3, 5, 7, 8, 9, 12, 14	46,6
Ciências (EM)	10	6,6
Química (EM)	-	

Em relação ao sistema de ensino, os dados destacados na Tabela 2.2 evidenciam que as atividades envolvendo o uso TDC em sala de aula foram predominantemente aplicadas em escolas públicas (73,3% dos trabalhos), abrangendo turmas de primeiro, segundo, terceiro ano do ensino médio (EM),além de turmas educação de jovens e adultos.Esse dado pode estar relacionado a uma maior abertura, por partes dos professores das escolas públicas, à

implementação de propostas didáticas inovadoras no ensino, ou seja, que se diferenciam do modo tradicional, comunal, como por exemplo, a utilização somente do livro didático, ou aulas sempre expositivas, dessa forma trabalhando com algo diferenciado, visando maior engajamento por parte dos estudantes.

Cabe destacar que o currículo e as práticas escolares têm sofrido nos últimos anos uma série de influências de documentos e orientações curriculares oficiais, os quais, como já ressaltamos anteriormente, destacam a importância dos estudantes aprenderem a ler e analisar criticamente os conteúdos científicos veiculados em jornais, revistas e outros veículos de comunicação (BRASIL, 2002). Em decorrência dessas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, que indicam o processo ensino e aprendizagem na escola pública voltado para a cidadania, notoriamente a maioria das atividades com TDC foram aplicadas em tal segmento. Assim como a maioria dos profissionais que publicaram os trabalhos envolvendo TDC na sala de aula dedicaram-se ao processo ensino e aprendizagem visando a melhoria da escola pública, alguns poucos trabalhos foram aplicados nas escolas particulares. Dentre eles citamos como exemplo a proposta desenvolvida por Rocha e Nicodemo (2013), na qual foi trabalhada, por meio de TDC, a temática aquecimento global com alunos do ensino fundamental.

Quanto ao nível de ensino, de acordo com a Tabela 2.3, observamos que a maior parte das atividades foi aplicada no ensino médio (66,6%), mais precisamente nas disciplinas de Física e Biologia. Cabe destacar que algumas dessas propostas foram desenvolvidas em turmas da Educação de Jovens e Adultos, como é o caso do trabalho de Loiola, Zancul e Bizerril (2013), cujas atividades realizadas com alunos dessa modalidade de ensino abarcaram temas relacionados à Saúde. Silva e Almeida (2014) também trabalharam com turmas de Ensino Médio (EM) em atividades envolvendo o uso de TDC para abordagem do tema Ressonância Magnética, associando-o à tecnologia e aos conhecimentos da Física. A maior frequência de trabalhos realizados no contexto do ensino médio justifica-se, portanto, com a temática dos TDC, cujos assuntos de ciência têm estreita relação com os conteúdos de disciplinas como Física e Biologia.

Embora num percentual menor, também encontramos várias atividades envolvendo o uso de TDC no ensino fundamental (46,6%), as quais foram aplicadas na disciplina Ciências. Dentre esses trabalhos, podemos citar a atividade realizada por Cirne e Costa (2011) com alunos do 7º, 8º e 9º ano, na qual abordaram o tema sexualidade, uma vez que, segundo os autores, tal assunto costuma ser divulgado de forma deturpada pela mídia. A escolha por esse nível de ensino foi motivada pelo desafio em vencer as dificuldades da abordagem de

temática nessa etapa de desenvolvimento dos alunos, além de ser um assunto articulado ao conteúdo programático de Ciências.

Essa estreita relação entre o nível de ensino e a respectiva disciplina na qual as atividades foram aplicadas pode ser reforçada pelos dados apresentados na Tabela 2.4, os quais mostram em quais disciplinas cada proposta foi aplicada. Verificamos que na disciplina Ciências foi desenvolvida a maioria das atividades (46,6 %). Um desses trabalhos é o de Martins, Nascimento e Abreu (2004), no qual foi reportada uma atividade na aula de ciências que tinha como tema central a clonagem.

Também observamos um percentual significativo de atividades realizadas na disciplina Física (40 %). Menegat, Clement e Terrazzan (2007) destacaram que o ensino de Física ministrado na Educação Básica costuma ser caracterizado por privilegiar exercícios repetitivos e por apresentar um distanciamento entre conteúdos ensinados e a realidade cotidiana, pouco estimulando esses estudantes a realizarem uma leitura de mundo. Os autores ressaltaram ainda que, no ensino médio, há uma preocupação para que os alunos se sintam atraídos e motivados em aprender Física e, neste sentido, acreditavam que as atividades com TDC oferecem oportunidade para tal, pois a linguagem adotada em tais materiais favorece o entendimento de alguns assuntos abordados nesse nível de ensino.

Silva e Kawamura (2001), que aplicaram atividades relacionadas com o tema luz em turma do segundo ano do EM de uma escola da rede pública, afirmaram que a Física presente na escola ignora novas descobertas, transformações e que o TDC pode propiciar atualização do ensino de Física, auxiliando o conteúdo curricular e fornecendo subsídio para o professor abordar conhecimentos científicos e tecnológicos. Silva e Almeida (2014) também trabalharam atividades relacionadas à Física envolvendo o uso de TDC com estudantes de três turmas do 2º ano do EM. As autoras apontaram a importância da diversificação das atividades em sala de aula, como forma de envolver um número de alunos maior no processo de ensino de ciências.

Também observamos algumas propostas dessa natureza aplicadas no ensino de Biologia (20 %). Dentre essas, podemos citar como exemplo o trabalho de Peticarrari et al (2010) que utilizaram um TDC de um jornal produzido pela Casa da Ciência de Ribeirão Preto para abordagem de conceitos de ecologia. As características típicas dos TDC, como a apresentação de pesquisas recentes e a contextualização com o cotidiano das pessoas, favorecem seu uso no ensino de Ecologia. Além disso, segundo Viella (2006),

O ensino de Ciências, de forma geral, e o de Ecologia, especificamente, devem ter como objetivo o desenvolvimento de habilidades intelectuais mais complexas do que a simples memorização de conceitos. É necessário desenvolver, no aluno, outras capacidades – como: observar, traduzir, analisar, formular hipóteses, sintetizar, julgar, entre outras -, para se perceber as inter-relações entre os componentes de um ecossistema. (VIELLA, 2006, p. 113-123).

Podemos ainda citar que 6,6 % das atividades, corresponderam às Ciências Naturais, em trabalho realizado na cidade de Mar Del Plata na Argentina e que faz parte do conteúdo curricular correspondente ao ensino médio desse país. A proposta didática foi retratada por Zamorano, Moro e Gibbs (2011), envolvendo a temática Termodinâmica, por meio de da relação com figuras de linguagem de textos literários de ficção científica, objetivando identificar erros conceituais, assim como identificar dificuldades dos estudantes para interpretar a natureza da energia, suas transformações, analisando as respostas dadas pelos mesmos nas atividades planejadas. A proposta produziu atitude favorável e de boa recepção pelos alunos, tendo efeito significativo para compreensão dos mesmos frente ao referido assunto.

Os autores dos respectivos trabalhos publicados com TDC em sala de aula, tem formação em sua maioria, na área da Física, outros em Ciências Biológicas, e uma minoria na Química, dessa forma, notoriamente, a carência de trabalhos envolvendo o uso de TDC na disciplina Química na educação básica. No levantamento realizado, as propostas aplicadas em turmas de Química foram direcionadas ao ensino superior. Esse dado nos chamou a atenção, uma vez que revela uma lacuna no campo da pesquisa em ensino de ciências. Porém, é importante lembrar que não analisamos eventos específicos da área de ensino de química, nos quais poderiam ser encontrados trabalhos dessa natureza aplicados no contexto de aulas de química.

2.2 Objetivos didáticos das atividades mencionados pelos autores

Tendo em vista que o TDC pode ser usado em sala de aula com diferentes intencionalidades, buscamos identificar quais os principais objetivos didáticos mencionados nos trabalhos analisados. Ao longo da leitura dos textos, foram surgindo categorias emergentes de identificação, de forma a serem alocadas nas tabelas posteriores. No caso dos objetivos, os resultados estão apresentados na Tabela 2.5. Percebemos também que o somatório final ultrapassa os 100%, pois determinados autores adotaram mais de um objetivo.

Tabela 2.5 -Objetivos didáticos citados pelos autores nos trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Objetivos citados pelos autores	Número do trabalho	%
Favorecer a aprendizagem de conceitos científicos	1, 2, 4, 5, 7, 10, 12	46,6
Desenvolver habilidades de leitura e interpretação	3, 4, 8, 11, 14	33,3
Despertar curiosidade e interesse	1, 3,4, 5, 9, 13, 15	46,6
Desenvolver habilidades de discussão e argumentação	2, 3, 4, 14	26,6
Discutir aspectos da natureza da ciência	6	6,6

De acordo com análise feita nos trabalhos, verificamos que o objetivo para aplicação de TDC em sala de aula mais recorrente foi favorecer a aprendizagem de conceitos científicos (46,6 % dos trabalhos).

Os TDC, na percepção de alguns autores, têm potencial relevante não somente para auxiliar os alunos na aprendizagem de novos conceitos, mas também podem ser úteis na identificação de conceitos espontâneos. Sob essa perspectiva, os autores Monteiro, Monteiro e Gaspar (2003), ao desenvolverem uma atividade com alunos de ensino médio envolvendo texto da revista *Superinteressante*, destacaram que as discussões realizadas a partir da leitura do TDC favoreceram as interações sociais em sala de aula, bem como uma análise das inter-relações de conceitos científicos e espontâneos trazidos nos textos. Os autores destacam ainda que, ao aproximar conteúdos científicos de elementos do cotidiano, o TDC propiciou o envolvimento dos educandos de forma a torná-los mais participativos nas atividades e, consequentemente, acarretando melhoria na aprendizagem.

Para Cirne e Costa (2011), os TDC apresentam uma linguagem próxima de contextos da cultura científica, o que possibilita seu uso como recurso para a aprendizagem de conceitos científicos, bem como contribui para despertar o interesse do aluno pela ciência. Nas atividades que aplicaram em sala de aula, os autores observaram que o uso do TDC contribuiu para a apropriação de conceitos científicos novos, agregando novos valores e promovendo uma aprendizagem significativa. Também nessa perspectiva, Zamorano, Moro e Gibbs (2011) realizaram atividades didáticas com alunos do ensino médio, utilizando a literatura de ficção científica com o objetivo de favorecer um melhor entendimento de conceitos da termodinâmica.

Os autores dos trabalhos analisados também mencionaram que as atividades foram realizadas com o objetivo de despertar o interesse e a curiosidade pela ciência (46,6 %). Giraldelli e Almeida (2008) desenvolverem estudo no qual analisaram o funcionamento de um texto de literatura infanto-juvenil como recurso para o ensino de Ciência por meio de leitura coletiva em sala de aula. Segundo as autoras, a atividade foi planejada com o intuito de aguçar curiosidade e o interesse por temas ligado à ciência com crianças.

O terceiro objetivo mais destacado nos trabalhos foi o aprimoramento de habilidades de leitura e interpretação, mencionado em 33,3% das atividades. Nigro e Trivelato (2010) realizaram um estudo no qual analisaram a compreensão leitora de estudantes de 14 e 15 anos em uma atividade didática envolvendo a leitura de diferentes tipos de gêneros textuais (livro didático e TDC) nos quais se abordava o tema anemia falciforme. Nesse trabalho, os autores observaram que o uso do TDC favoreceu o desenvolvimento do hábito de leitura e interpretação crítica.

A habilidade de leitura e interpretação é considerada como componente fundamental da alfabetização científica e, por essa razão, muito discutida entre pesquisadores da área de educação em ciências.

Outro objetivo almejado nas atividades foi o desenvolvimento da capacidade de discussão e de argumentação por parte dos alunos (33,3 %). Sob tal perspectiva, podemos indicar o trabalho de Monteiro, Monteiro e Gaspar (2003), os quais realizaram atividade com alunos de Física do EM, com o intuito de promover discussões acerca de assuntos da ciência e interação entre professor e aluno. Cabe destacar que o desenvolvimento de habilidades de argumentação tem sido um objetivo bastante atrelado à aplicação de TDC na educação em ciências, conforme ressaltam Ferreira e Queiroz (2012). Devido sua abordagem de temas atuais que impactam de certa forma a vida das pessoas e, em alguns casos, até mesmo controversos, os TDC têm esse potencial para o desenvolvimento de habilidades argumentativas por parte do aluno, cabendo ao professor mobilizar estratégias em que essa habilidade possa ser desenvolvida.

Discutir aspectos da natureza da ciência foi um objetivo pouco citado pelos autores (6,6 %). Segundo Guerra e Menezes (2009), as leituras de alguns textos literários que abordam temas de ciência favoreceram a construção de imagens sobre a natureza e funcionamento do trabalho científico. Os autores realizaram uma atividade com alunos do ensino médio pautada no uso de TDC, procurando abordar nesse contexto questões de natureza histórico-filosófica, mostrando uma ciência não pronta e acabada. Esses trabalhos colocam em destaque a importância de se levar às salas de aulas discussões sobre a natureza

da ciência, explorando assim novas possibilidades de conhecimento científico, bem como estimulando reflexões e criticidade por parte dos estudantes.

Diante dos objetivos propostos, percebemos o uso do TDC em sala de aula está muitas vezes associado ao desejo de um ensino que favoreça o aprimoramento de conceitos, o envolvimento dos alunos em debates e discussões sobre o conhecimento científico, o desenvolvimento da leitura do mundo etc. Além disso, no contexto geral, todas as atividades se voltam a uma formação cidadã, o que vai ao encontro das atuais orientações curriculares, que almejam uma educação para vida.

2.3 Estratégias didáticas usadas nas atividades didáticas

Na Tabela 2.6 apresentamos as principais estratégias didáticas utilizadas nas atividades envolvendo o uso TDC em sala de aula, que foram sendo observadas ao longo da leitura dos textos. Os dados revelam inicialmente que em todas as atividades houve leitura de textos, seja de revista, jornal, literatura e de livros. Vale ressaltar que embora essa estratégia seja adotada em todas as propostas, os autores nem sempre colocam explicitamente como objetivo o desenvolvimento das habilidades de leitura e interpretação, possivelmente por julgarem que o ato de ler em si já estaria associado ao desenvolvimento de tal habilidade. Salientamos que a porcentagem final ultrapassou os 100%, pois em determinadas atividades alguns autores utilizaram mais de uma estratégia.

Tabela 2.6 - Estratégias didáticas adotadas nos trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Estratégia didática	Número do trabalho	%
Leitura de textos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	100
Aplicação de questionários	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15	73,3
Realização de discussões e debates	3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13	53,3
Elaboração de perguntas pelos alunos	1, 4	13,3
Elaboração de textos	6	6,6
Resolução de problemas investigativos	4	6,6

Em atividade realizada com texto de literatura infanto-juvenil, Giraldelli e Almeida (2008) aplicaram uma estratégia de leitura coletiva em sala de aula com alunos do ensino fundamental. As autoras apontaram que, por meio dessa estratégia, foi possível perceber o interesse das crianças em participarem e se interessarem pela obra. Além disso, notaram que os sentidos produzidos pelas crianças não se devem unicamente ao próprio texto e que, nesse processo de leitura, elas conseguiram reelaborar seus conhecimentos e construir conceitos sobre os assuntos abordados no TDC.

Outra estratégia muito utilizada nas atividades foi a aplicação de questionários, descrita em 73,3 % dos trabalhos pesquisados. Esses questionários foram utilizados na maioria das vezes com finalidade diagnóstica e/ou avaliativa. Rocha e Nicodemo (2013), por exemplo, relataram o uso dos mesmos para identificação dos conhecimentos prévios sobre os temas abordados no TDC, bem como para acompanhar a aprendizagem dos alunos e seu desempenho nas atividades aplicadas. Dessa forma, a aplicação de questionários serviu como parâmetro para análise das propostas. Cirne e Costa (2011) também analisaram a atividade desenvolvida utilizando questionários, um para investigação dos conhecimentos prévios e outro para avaliação da formação dos conceitos. Outro trabalho dessa natureza é o de Peticarrari et al (2010), no qual foi aplicada uma atividade usando TDC para o ensino de Ecologia. Nessa proposta, os autores utilizaram três tipos de questionários: um diagnóstico, um intermediário e outro final.

A terceira estratégia didática mais utilizada foi a promoção discussões e debates (53,3 %). Loiola, Zancul e Bizerril (2013) reportam que uma atividade na qual foram realizados debates, em que os estudantes deveriam expressar suas opiniões, valores e posicionamentos sobre as questões abordadas. Segundo os autores, nessa estratégia os alunos se mostraram bastante críticos e curiosos por informações mais específicas sobre o tema em questão.

Para Martins, Nascimento e Silva (2004), os TDC apresentam temática e linguagem que podem ajudar como motivadores e provocadores de debate, permitindo um elo com elementos do cotidiano dos estudantes. Segundo Almeida e Giordan (2014), os debates desencadeados em sala por meio do uso de TDC se constituem numa estratégia importante para as crianças falarem de outro jeito e compreenderem de outro modo os textos e a linguagem das aulas de ciências.

Também foi adotada como estratégia didática nas atividades a elaboração de perguntas pelos alunos (13,3 %). Essa estratégia foi observada, por exemplo, no trabalho de Silva e Kawamura (2001) que usaram o TDC para abordagem do tema luz. Nesse trabalho, foi feita a

proposta de elaboração de perguntas em conjunto por aluno e professor, sendo chamada de “estratégias de perguntas”. Segundo as autoras, o ato de perguntar possui valor pedagógico inestimável, possibilitando aos alunos motivação, assim como desequilíbrios em suas estruturas cognitivas, e até mesmo possibilidades de reestruturação das mesmas.

Também se observou a resolução de problemas investigativos como estratégia didática associada ao uso de TDC em sala de aula, presente em 6,6 % das atividades. Menegat, Clement, Terrazzan (2007) apresentaram proposta com TDC de revistas como *Globo Ciência*, *Superinteressante*, na perspectiva investigativa em aula de Física. Esse tipo de estratégia envolveu o estabelecimento de uma situação problema a partir do texto utilizado. Nessa proposta, os alunos foram estimulados a levantar as variáveis envolvidas, parâmetros e possibilidades de resolução do problema abordado no TDC, bem como analisar a metodologia empregada nas atividades científicas.

A elaboração de textos também foi adotada como estratégia em 6,6 % das atividades. Um exemplo de proposta dessa natureza é o trabalho de Guerra e Menezes (2009), que envolveu a elaboração de cinco textos para se trabalhar a relação Ciência/Literatura relacionado com a Física. Para cada texto, foi selecionada uma obra literária nacional. O trabalho pretendeu problematizar a Física como ciência neutra, produzida só por gênios. Sendo assim, a atividade utilizou a literatura para contextualizar histórica e filosoficamente o ensino de conceitos científicos, abrindo possibilidade para favorecer a problematização de uma ciência construída somente por seres iluminados.

2.4 Tipos de TDC usados nas atividades didáticas

Na Tabela 2.7 apresentamos os tipos de TDC adotados nas atividades. Observamos que os textos das revistas de divulgação científica foram os mais empregados (66,6 %). Esse dado pode ser atribuído ao fato de que, em geral, as revistas de divulgação científica possuem textos relativamente curtos, têm visual atrativo e linguagem simples; além disso, publicam trabalhos de uma grande variedade de temas, o que possibilita ao professor poder escolher aquele que mais se aproxima do currículo escolar ou dos objetivos propostos para a atividade. E por fim, algumas revistas têm seus textos total ou parcialmente disponíveis na Internet, o que facilita o acesso.

A ampla utilização de textos de revistas é justificada por alguns autores. Gomes, Fusinato e Neves (2010) argumentam pelo uso da revista *Ciência Hoje*, ressaltando seu ótimo

conceito pela comunidade acadêmica, uma vez que seus artigos são escritos por autores com boa formação científica. De acordo com Menegat, Clement e Terrazzan (2007), os textos da revista *Superinteressante* fornecem aos alunos contato com informações atualizadas da ciência, bem como estabelece relações com o cotidiano dos alunos. Almeida e Giordan (2014) chamam a atenção para revista *Ciência Hoje das Crianças* e a descrevem como um TDC de caráter multidisciplinar que possibilita a aproximação entre cientistas, pesquisadores e público infantil em geral. Massarani (2007) apontou que os TDC para crianças são instrumentos úteis para educação formal e importante para as mesmas terem acesso à discussão de temas atuais. Percebemos resultado final acima de 100%, pois em determinadas atividades foram utilizados mais de um tipo de TDC.

Tabela 2.7 -Tipos de TDC adotados nos trabalhos que reportam o uso de tais textos em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Tipos de textos de divulgação científica	Número do trabalho	%
Texto de revista de divulgação científica	1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 13, 14, 15	66,6
Texto de jornal	3, 7, 12	20
Livros de divulgação científica	1, 10	13,3
Obras literárias clássicas	5, 6	13,3

Outro recurso utilizado nas atividades foram os textos de jornais que veiculam temas científicos. Esse tipo de texto foi adotado em 20,0% das atividades. O texto jornalístico foi utilizado em atividade citada por Rocha e Nicodemo (2013) envolvendo o tema aquecimento global com alunos do ensino fundamental. Nessa atividade, foi usada uma reportagem publicada no jornal *O Globo*, a qual possibilitou o contato dos estudantes com questões relacionadas ao meio ambiente, discutidas de uma maneira diferente do usual em sala de aula, contribuindo para a ampliação do conhecimento científico.

Também foram usados como recurso nas atividades alguns livros de divulgação científica, conforme observamos em 13,3 % dos trabalhos. Como exemplos, podemos citar o livro *Física Divertida*, de Carlos Fiolhais, *A Evolução da Física*, de Einstein e Infeld – obras utilizadas por Silva e Kawamura (2001) para trabalharem a natureza da luz com alunos na disciplina Física.

Obras de literatura de ficção científica também foram usadas nas atividades, como a *A Última Pergunta*, de Isaac Asimov, que foi utilizado por Zamorano, Moro e Gibbs (2011) com turmas de ensino médio em Física, possibilitando abordagem da termodinâmica. Cabe ainda mencionar que, em geral, esses livros foram escolhidos tendo como critério ser de fácil leitura e boa qualidade conceitual.

Por fim, observamos ainda que em 13,3 % das atividades foram utilizadas obras literárias clássicas. Exemplificando, temos obra de literatura infanto-juvenil *Tem um Cabelo na Minha Terra* de Garry Larson, em atividade relatada por Giraldelli e Almeida (2008) com o intuito de despertar a curiosidade dos estudantes. Essa obra possui ilustrações e foi escolhida pelo fato de abranger conhecimento biológico, ambiental e literário, além de apresentar questões referentes ao comportamento humano. Além dessa, podemos citar também o uso de *O Alienista*, de Machado de Assis, que narra a história de um médico disposto a aplicar novas técnicas de medicina aprendidas no exterior, e a *A Luneta Mágica*, de Joaquim Manuel de Macedo, que relaciona questão do uso de uma luneta com características do ser humano e ainda trabalha concepção de Galileu sobre movimento de um corpo – obras usadas no trabalho de Guerra e Menezes (2009). As autoras afirmaram que a literatura científica é um caminho para se trabalhar ciência na escola, e apontam uma reflexão mais ampla acerca da Física com esse tipo de atividade.

2.5 Contribuições das atividades didáticas

Embora já tenhamos esboçado na Introdução algumas contribuições do TDC para a educação em ciência, nos interessou investigar nesse estudo bibliográfico aquelas mais reportadas pelos autores ao discutirem os resultados das atividades didáticas. Os dados referentes a esse foco de estudo estão descritos na Tabela 2.8. A mesma também apresentou resultado final acima de 100%, pois determinadas atividades os autores citaram contribuições diferentes.

A apropriação de conceitos científicos por parte dos envolvidos nas atividades foi a contribuição mais mencionada nos trabalhos (73,3%), o que é bastante coerente com os objetivos traçados nas propostas. Cirne e Costa (2011) perceberam que as respostas dos alunos em questões de natureza científica foram se moldando ao longo da atividade pautada no uso de TDC, indicando uma gradativa apropriação de conceitos. Os autores também indicaram que as atividades propiciaram uma forte interação entre os alunos e professor, o que

é importante no processo de ensino e aprendizagem. As análises dos depoimentos dos alunos apontaram ainda para uma valorização das atividades por parte dos estudantes, bem como a compreensão de novos conhecimentos sobre dentro temática sexualidade abordada na atividade.

Tabela 2.8 -Contribuições das atividades didáticas que usam TDC em sala de aula da educação básica, descritas nos trabalhos.

Contribuição	Número do trabalho	%
Apropriação de conceitos científicos	1,2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13	73,3
Desenvolver habilidades de leitura	1, 2,3,4,8, 11, 12, 14	53,3
Melhoria da capacidade de argumentação	1, 3, 4, 9, 11, 13	40
Conhecimentos sobre a natureza da ciência	1, 3, 6, 7, 10	33,3
Reconhecimento de concepções científicas inadequadas	2, 10	13,3

Perticarrari et al (2010), ao analisarem as respostas dos alunos em questionários sobre as atividades proposta, identificaram que eles passaram a conhecer determinados conceitos sobre o sobre o tema Ecologia, após terem lido o texto de divulgação científica *Lago e Floresta*, desenvolvido pela Casa da Ciência de Ribeirão Preto. Já Rocha e Nicodemo (2013) apontaram que a atividade baseada na leitura e discussão de um texto de jornal sobre aquecimento global com alunos do ensino fundamental promoveu impacto positivo no aprendizado dos alunos acerca de conceitos ambientais. Silva e Kawamura (2001) também constatarem mudanças de concepções nos alunos sobre o tema luz, quando analisaram perguntas feitas pelos mesmos inicialmente e ao término da pesquisa.

Outra contribuição das atividades mediadas pelo uso do TDC também bastante destacada nos trabalhos é o desenvolvimento de habilidades de leitura (53,3 %). Cabe lembrar que todas as atividades adotaram estratégias de leitura, embora nem todos os autores tenham colocado o desenvolvimento de habilidades de leitura explicitamente como objetivo da proposta.

Menegat, Clement e Terrazzan (2007) destacaram que atividade com texto proporcionou uma visão diferente da leitura, por meio da abordagem investigativa nas aulas

de Física, valorizando a análise mais qualificada do TDC. Nigro e Trivelato (2010) realizaram uma atividade envolvendo alunos de ensino fundamental e médio, por meio de da leitura de texto de divulgação científica e de livro texto. Os autores perceberam uma maior facilidade no entendimento do texto por parte dos leitores de texto de divulgação científica. Nos testes realizados, verificaram ainda que leitores do material de divulgação científica ficaram mais motivados a desenvolver o hábito da leitura.

Também foram reportadas pelos autores contribuições como a melhoria na capacidade de argumentação (40,0 %). Martins, Nascimento e Abreu (2004) reportaram as práticas de leitura e discussão de TDC como desencadeadora de debates com alto grau de participação dos alunos, os quais estabelecem relações entre contextos de informações escolares e extra-escolares. Segundo as autoras, a atividade favoreceu mediações estabelecidas entre professor e alunos, propiciaram debates com efetiva participação dos estudantes nas atividades, como, por exemplo, propondo perguntas nas quais estabeleceram relações entre contextos discutidos.

Algumas atividades também favoreceram a construção de conceitos sobre a natureza da ciência, atingiram (33,3 %). Guerra e Menezes (2009) investigaram uma atividade que abrangeu aspectos da natureza científica, por meio de da relação Ciência/Literatura, voltada para Física. A atividade, segundo as autoras propiciou aos estudantes processo de reflexão frente à popular imagem de uma ciência pronta, acabada, neutra. Dessa forma, foi possibilitada a ideia da construção do conhecimento científico, fazendo alusão ao texto literário.

Uma contribuição muito importante mencionada em alguns trabalhos foi a possibilidade de, no contexto das atividades de leitura, análise e discussão de TDC, identificar concepções científicas inadequadas ou concepções alternativa dos estudantes (13,3%). Monteiro, Monteiro e Gaspar (2003) verificaram, no processo de interação (professor-aluno e aluno-aluno) durante as atividades de leitura, algumas concepções errôneas que passariam despercebidas em aulas tradicionais, revelando como esse tipo de atividade foi significativa para que tais concepções pudessem ser (re)discutidas com em sala de aula.

2.6 Dificuldades para aplicação das atividades citadas pelos autores

Por fim, buscamos neste levantamento bibliográfico, identificar algumas das dificuldades que os autores mencionam nas aplicações das atividades pautadas no uso de TDC

em sala de aula. Consideramos essa informação relevante, uma vez que pode auxiliar os professores e/ou pesquisadores no direcionamento de algumas escolhas relacionadas a atividades dessa natureza. Os resultados observados nos trabalhos analisados estão apresentados na Tabela 2.9.

Cabe destacar inicialmente que um percentual significativo de trabalhos (40%) não relatou tais aspectos, o que pode ser atribuído a duas razões: ou os autores não verificaram de fato grandes dificuldades na condução das propostas; ou eles optaram por não dar destaque a essas questões no trabalho, procurando, por outro lado, discutir com mais detalhes os bons resultados da proposta. O somatório final foi acima de 100%, pois algumas atividades apresentaram mais de uma dificuldade.

Tabela 2.9 - Dificuldades mencionadas pelos autores nos trabalhos que reportam o uso de TDC em atividades didáticas na sala de aula da educação básica.

Dificuldade na aplicação das atividades	Número do trabalho	%
Dificuldades dos alunos na leitura e interpretação	1, 4, 11, 13, 15	33,3
Incompreensão de termos científicos específicos	1, 2, 3, 11, 15	33,3
Pouco tempo para aplicação das atividades	7	6,6
Não descreve	5, 8, 9, 10, 12, 14	40

Dentre as dificuldades mencionadas, duas se destacaram mais: aquelas relacionadas à leitura e interpretação dos textos (33,3%) e a incompreensão de termos científicos específicos presentes no TDC por parte dos alunos (33,3%).

Quanto ao primeiro aspecto citado, Silva e Kawamura relatam em sua proposta que

houve inicialmente uma certa “recusa” dos alunos em aderir à leitura dos TDC. Os alunos, de forma geral, preferiam textos mais curtos e pareciam possuir um certo “preconceito” quanto à atitude de ler - para eles, trata-se de algo “chato” e “desinteressante” (SILVA; KAWAMURA, 2001, p.330).

A atividade realizada por Silva e Kawamura (2001) com alunos do Ensino Médio sobre a natureza da luz, constatou determinado grau de dificuldade para se trabalhar a leitura de TDC em sala de aula para alunos não habituados com texto dessa natureza. Foram diagnosticadas a falta do hábito de leitura e capacidade de concentração no ato de ler, bem como um vocabulário insuficiente por parte de alguns estudantes. As autoras ainda afirmaram

que para enfrentar essa situação, o diálogo fez-se necessário; as soluções foram construídas entre professor e alunos, de forma que as dificuldades foram somente reduzidas devido à presença da leitura na sala de aula.

As autoras ressaltam ainda que

Os momentos desagradáveis, quando citados [pelos alunos], referiam-se ao fato de as matérias serem “complicadas”, não frente à atividade. É o caso de “A matéria, apesar de complicada, era interessante”. Talvez essa ausência de críticas negativas se deva ao bom relacionamento entre professor e alunos ao longo do curso. É o caso de expressões como “O prazer com que o professor ensinava Física me fazia prestar atenção e acabava entendendo a matéria” ou “Você não foi um professor que nos dá bronca e nos pressiona o tempo todo, mas foi um amigo que nos incentivou e nos ajudou quando precisávamos de ajuda” (SILVA; KAWAMURA, 2001, p.336).

Silva e Almeida (2013) também reportaram que os estudantes tiveram dificuldades na leitura, apresentado inicialmente uma certa recusa. Nesse sentido, os autores indicaram a urgência em se trabalhar na escola mais propostas que envolvam a leitura.

Monteiro, Monteiro e Gaspar (2003) em uma atividade utilizando textos de revistas de DC em sala de aula observaram em alguns alunos desestímulo em leituras de divulgação científica, devido à dificuldade de compreensão que as mesmas ofereciam, decorrentes sobretudo do vocabulário utilizado. Por outro lado, os autores reportam que, mediante discussões em grupo em sala de aula e com o auxílio do professor, a leitura se tornava interessante. Menegat, Clement e Terrazzan (2007) notaram que os alunos têm dificuldade em interpretação, devido ao pouco hábito de ler, especialmente no que se refere a textos com conteúdo de Física.

A incompreensão de termos científicos presentes nos TDC pode, como destacado por alguns autores, ser um obstáculo no desenvolvimento das atividades com tais materiais. Segundo Silva e Almeida (2014) textos com altos níveis de densidade conceitual e com baixos níveis de didaticidade e laicidade podem causar desinteresse pela leitura. Foi o que as autoras verificaram em uma atividade envolvendo um texto sobre ressonância magnética: quando os alunos apresentam muitas dificuldades na compreensão de um texto, isso pode lhes desencorajar no estudo do tema.

Por fim, alguns autores discutiram as dificuldades relacionadas ao pouco tempo para a realização das atividades (6,6 %). Perticarrari et al (2010) apontaram que as condições de trabalho, bem como o pouco tempo para a realização das mesmas, podem interferir no seu resultado. Dessa forma, afirmaram que o professor com um tempo maior e com planejamento adequado pode alcançar melhores resultados em propostas dessa natureza.

Vale ressaltar que essas dificuldades apenas mostram e delimitam caminhos. Esses percalços indicam alguns cuidados a serem adotados ao se desenvolver a atividade. Não podemos esquecer também que às vezes devido a diversos fatores e situações, que correspondem especificamente a cada escola, com suas características e limitações, ocorre insegurança por parte dos professores em relação à aplicação de uma situação nova e complexa, o que pode acarretar também em dificuldade para realização das mesmas.

Portanto, por meio das análises feitas diante das atividades encontradas com TDC em sala de aula, relacionadas aos contextos, objetivos, estratégias, contribuições, dificuldades, nos proporcionou reflexões para delinear um caminho a seguir, pelas experiências advindas das respectivas atividades, como por exemplo, que envolveram artifícios que aguçaram curiosidade e interesse, ampliaram conceitos, outras que identificaram dificuldades em leitura e interpretação de textos, o que nos desperta para percebermos no qual e quando determinadas ações com os respectivos textos escolhidos seriam importantes e interessantes para sucesso do nosso trabalho. Identificamos pontos positivos e negativos do uso de TDC na sala de aula, que foram úteis no delineamento de sequências didáticas que envolveram e abrangeram assuntos pertinentes à Química e áreas afins, as quais poderão ser utilizadas em sala de aula no Ensino Fundamental e Médio, como método alternativo às aulas tradicionais, e como auxílio ao livro didático.

Percebemos também a importância de se buscar subsídios teóricos para o uso de TDC em sala de aula, tanto no que diz respeito às características do TDC quanto às questões relativas ao Planejamento de Ensino. Esses aspectos são apresentados a seguir, no capítulo de Referenciais Teóricos.

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

3.1 Considerações gerais sobre divulgação científica

A divulgação científica (DC), desde sua origem, teve como principal objetivo tornar a ciência acessível ao público em geral, ou seja, para os não especialistas. Já no século XVII, eram apresentados ao público em anfiteatros europeus, máquinas e demonstrações de fenômenos em geral. Havia também maneiras diferentes de apresentação da ciência, na forma itinerante, como em exposições, palestras, relacionadas a assuntos científicos – dessa forma

procuravam divulgar a ciência de uma forma interessante para as pessoas em geral (SILVA, 2006).

No Brasil, uma das primeiras tentativas de organização de associações com alguma preocupação com a difusão científica ocorreu com a criação da Academia Científica do Rio de Janeiro pelo marquês do Lavradio, em 1772, de forma que a mesma se dedicava à física, química, história natural, medicina, farmácia e agricultura. Em 1779, a academia fechou as portas, sendo recriada com o nome de Sociedade Literária do Rio de Janeiro, mas durou pouco tempo devido a questões políticas.

De acordo com Massarani, Moreira e Brito (2002), a DC no Brasil se construiu inicialmente por meio dos Museus de História Natural, exposições, bem como por meio de conferências e posteriormente em outros veículos como jornais, rádio, os quais foram ganhando cada vez mais espaço.

Ainda no século XIX, com a Segunda Revolução Industrial na Europa, as atividades de DC se intensificaram, pois, o público em geral começou a tomar consciência dos benefícios trazidos pelo progresso científico. Moreira e Massarani (2002) afirmam que a primeira revista que trouxe contribuição significativa para a DC foi a *Revista Brasileira – Jornal de Sciencias, Letras e Artes*, em 1857, com direção do engenheiro e matemático, Cândido Batista de Oliveira. Houve também a criação de novas instituições científicas e a renovação daquelas que já existiam.

Portanto, de uma forma geral, a divulgação científica no Brasil começou a tornar-se mais clara logo após alguns brasileiros que realizavam estudos na Europa retornavam e procuravam divulgar suas pesquisas.

Moreira e Massarani (2002) descrevem que ao longo do século XIX que foram criados aproximadamente 7.000 periódicos no Brasil, sendo 300 relacionados de alguma forma à ciência. Em 1873, iniciaram-se atividades de divulgação científica significativas no Brasil, e foram as chamadas Conferências Populares da Glória, possibilitando impacto na elite intelectual do Rio de Janeiro. Os assuntos tratados eram os mais diversos: ou seja, clima, origem da Terra, medicina, doenças, bebidas alcoólicas, o papel da mulher na sociedade, educação e outros temas determinantes para discussões, como liberdade de ensino, a criação de universidades.

Nos anos 1960, a influência de transformações ocorridas na educação em ciências nos EUA, levou ao surgimento de centros de ciência espalhados pelo país, o que contribuiu para as atividades de popularização da ciência no Brasil. Martins, Nascimento e Abreu (2001) e Gouvea (2000) apontam que a década de 1980 foi marcante para divulgação científica no

Brasil, pois surgiram várias revistas destinadas a um público não especializado, até mesmo atingindo as crianças, como foi o caso da *Ciência Hoje das Crianças* para o público infantil. Podemos citar revistas como a *Ciência Hoje*, *Superinteressante*, e ainda outras que ganharam versão em português como *Scientific American*, *National Geographic*.

Diante de vários materiais para divulgar a ciência, surge uma diversidade de linguagens na tentativa de atingir um contingente maior, propiciando maior contato com assuntos científicos e tecnológicos.

A divulgação científica atualmente é difundida em vários meios, como no rádio, televisão, jornal impresso, revistas, literatura, podendo ainda abranger dramaturgia, jornalismo, abarcando inúmeras questões às vezes problemáticas e apresentadas de diversas maneiras. Daí a importância de torná-la em dimensão educativa, propiciando aos estudantes visão crítica acerca dos assuntos abordados. Assim, quem gera o conhecimento é o cientista, e este o comunica formalmente em congressos, informativos, revistas especializadas, etc., ou por meio de conversas informais entre pares. Num segundo momento, a imprensa também começa a se interessar por esse conhecimento, noticiando-os em veículos para o público em geral (RIBEIRO, 2007).

No intuito de discutir os conceitos associados à divulgação científica, Silva (2006) ressalta que

parece que o termo divulgação científica, longe de designar um tipo específico de texto, está relacionado à forma como o conhecimento científico é produzido, como ele é formulado e como ele circula numa sociedade como a nossa(SILVA, 2006, p. 53)

Ainda de acordo com Silva (2006), entre as esferas política, empresarial e industrial, científica, pública, são produzidos diferentes textos, implicando em diferentes memórias, posições e, portanto, em diferentes tipos de textualizações. A atividade científica, uma das atividades de produção de conhecimento, segue por meio de uma multiplicidade de relações interlocutivas. Essas relações produzem textos, orais, escritos, visuais ou audiovisuais e, como são muitas e variadas, os textos são diferentes.

Uma questão importante a se destacar é que, ao longo do tempo, a divulgação da ciência ganhou várias denominações, devido aos diferentes públicos que a mesma pode alcançar. Assim, vários autores, jornalistas, pesquisadores, passaram a denominar a divulgação científica de diversas maneiras, como por exemplo, popularização científica, vulgarização científica, disseminação científica, entre outros.

Difusão científica, jornalismo científico, divulgação científica, popularização da ciência, comunicação científica, vulgarização da ciência, disseminação científica, esses são os vários termos que se referem à veiculação de assuntos relativos à ciência e à tecnologia em diferentes meios de comunicação. Além disso, a expressão “divulgação científica” comporta as mais diversas atividades, tais como as realizadas por museus, planetários, zoológicos, aquários, jardins botânicos, sítios e monumentos naturais, arqueológicos e etnográficos ou, ainda, como as trocas de informações feitas entre cientistas em instituições de pesquisa, a elaboração de livros e de outros informativos por parte de cientistas e várias outras, inclusive as jornalísticas (KEMPER; ZIMMERMANN; GASTAL, 2010, p. 26).

Segundo Bueno (2008), a divulgação da ciência pode ser denominada da seguinte forma:

- *Difusão científica*: se aplica para toda e qualquer informação científica e tecnológica para o público em geral.
- *Disseminação científica*: partindo de um discurso próprio de especialista, sendo, disseminação intrapares aquela para especialistas e disseminação extrapares para não especialistas.
- *Divulgação científica*: para o público em geral e nela inclui jornalismo científico, documentários.

Ainda de acordo com Bueno (2010), a chamada *comunicação científica*, refere-se à divulgação entre pares, considerando assim público envolto a congressos, eventos especializados, e que tem desenvoltura e interesse em conhecimento técnico, para manter em sintonia com o discurso especializado.

Gomes (2000), por sua vez classifica as revistas de divulgação da ciência em: revistas de *disseminação científica*, aquelas produzidas por pesquisadores para os especialistas (pares) e possuem textos altamente especializados; e revistas de *divulgação científica*, aquelas que procuram veicular textos com linguagem acessível a não especialistas.

Alguns autores também chamam a divulgação científica de *popularização* ou *vulgarização* científica. De acordo com Massarani (1998), o termo vulgarização prevaleceu no Brasil em inúmeras publicações do século XIX e início do século XX, mas a partir da metade do mesmo, o termo popularização começou a ser adotado com maior frequência.

Essas denominações também são adotadas para se conceituar os veículos de divulgação científica impressa. Dessa forma, Vargas (2002) classificou tais veículos de acordo com seu público-alvo em duas categorias: os *textos de vulgarização ou popularização*, aqueles destinados a transmitir a informação de forma compreensível a um público

supostamente leigo (não especialista); e os *textos de divulgação científica*, aqueles no qual o leitor possui um conhecimento prévio das teorias e bases científicas.

Para a autora, os textos de divulgação científica direcionados ao leitor que possui um conhecimento prévio (especialistas ou não) têm como objetivo veicular o saber científico por meio de revistas como *Scientific American*, *Ciência Hoje*, *Pesquisa FAPESP*, entre outras, além dos jornais de circulação restrita. Já os textos de popularização científica elaborados para o público mais leigo (sem conhecimentos prévios) têm como finalidade informar as novidades científicas e tecnológicas. Esses textos são publicados em veículos de grande alcance, como as revistas *Galileu*, *Superinteressante*, *Época*, *Veja* e outras.

Quanto a seu papel, Melo (1982) afirma que divulgação científica deve ser uma atividade educativa ampla que promova a popularização do conhecimento que está sendo produzido nas universidades, assim como utilize uma linguagem capaz de permitir o entendimento das informações pelo leitor. Reis (2006) afirma que a divulgação científica constitui-se não somente em levar a notícia ao público, mas busca familiarizar o mesmo com a natureza da ciência e da vida dos cientistas.

Vale também ressaltar que, de acordo com Vieira (2004), as atuais abordagens da divulgação científica, consideram que o público passa a ser um protagonista importante na disseminação das informações de ciência, e permite que os indivíduos assumam uma postura que mais participativa e crítica em relação ao papel do conhecimento científico nos processos de decisão.

Conforme Ribeiro e Kawamura (2005), a divulgação científica vem ganhando espaço em ambiente formal, uma vez que tem se apresentado como uma ferramenta imprescindível para o ensino de ciências, o qual deve buscar atender anseios de uma sociedade cada vez mais ligada à questão científica e tecnológica.

Os atuais documentos curriculares destacam que saber

lidar com o arsenal de informações atualmente disponíveis depende das habilidades para obter, sistematizar, produzir e mesmo difundir informações [...]. Isso inclui ser um leitor crítico e atento das notícias científicas divulgadas de diferentes formas: vídeos, programas de televisão, sites da internet ou notícias de jornais” (BRASIL, 1999, p.27).

Enfim, a divulgação científica no meio educacional consiste em promover reflexão sobre ciência e tecnologia, na perspectiva de alfabetizar o público científica e tecnologicamente diante do contexto atual, pois abrange diversidade de temas relevantes para a sociedade, como questões ambientais, políticas, sociais e tecnológicas.

3.2 Caracterização do texto de divulgação científica

Conforme já discutimos, o texto de divulgação científica aborda questões da ciência e tecnologia, por meio de uma linguagem mais comum e abrange temáticas atuais, procurando fazer uma ponte entre o conhecimento científico e o cotidiano das pessoas. Esses textos são aqueles que podem ser encontrados, por exemplo, em revistas divulgação científica como *Ciência Hoje* e *Galileu*, bem como em jornais impressos e livros de divulgação científica.

Ao discutir as características próprias de textos dessa natureza, Almeida (2010) ressalta que

grande parte deles apresenta uma linguagem razoavelmente próxima à linguagem de quem frequenta a escola, à linguagem cotidiana do estudante; em muitos deles a linguagem se aproxima da linguagem literária, ainda que parcialmente; muitos incluem textos em quadrinhos e/ou comentários humorísticos; de muitos deles fazem parte aspectos da biografia dos cientistas que produziram os conhecimentos a que estão se referindo e/ou fatos históricos associados à produção daqueles conhecimentos; outros incluem não só o conhecimento em si e aspectos da sua produção, mas também algumas de suas consequências para a sociedade, ou mesmo apontam quais fatos sociais contribuíram para a produção do conhecimento científico a que se referem (ALMEIDA, 2010, p. 21).

Nesse sentido, as características discursivas dos TDC têm sido pesquisadas e reportadas na literatura por diferentes autores. Dentre esses, podemos destacar os estudos de autores como: Ribeiro e Kawamura (2005) que forneceram elementos para uma caracterização mais estrutural e geral dos TDC; Zamboni (2001) que lançou o olhar sobre aspectos de natureza mais discursiva do TDC; e Ribeiro (2007) que buscou caracterizar tais textos quanto às suas potencialidades educacionais.

Ribeiro e Kawamura (2005) desenvolveram um estudo no qual procuraram investigar elementos que possam, eventualmente, caracterizar e distinguir os textos de divulgação científica, segundo os diferentes veículos de comunicação em que são publicados. Para tal, produziram um instrumento de análise, baseado em categorias referentes ao conteúdo e à forma, e realizaram um estudo de caso com textos do *Jornal Folha de São Paulo* e da *Revista Galileu*.

Para esse trabalho, as autoras apoiaram-se também no estudo de Salém e Kawamura (1999), as quais analisaram e caracterizaram as perguntas relacionadas a conteúdos de Física de leitores de revistas como *Ciência Hoje*, *Superinteressante*, *Globo Ciência*. As perguntas foram analisadas de acordo com as categorias: conceitual (que se relacionava com termos científicos), cotidiana (relacionava com algo do cotidiano do leitor), tecnológica (fazia

inferência com tecnologia), instrumental (abrangeia grandezas, medidas), histórica (levava em conta o contexto, época) e ambiental (situações envolvendo meio ambiente).

Ribeiro e Kawamura (2005) identificaram características diferenciadoras dos textos quanto ao contexto, ao conteúdo, à função, à relação com o leitor, à estrutura do texto, às abordagens e linguagens, às imagens de ciência e a natureza do aprendizado em potencial. Dessa forma, estabeleceram algumas categorias para análises de TDC, agrupadas nas dimensões conteúdo e forma, conforme descrito a seguir:

- **Conteúdo:** A dimensão conteúdo compreende o tema, o funcionamento da ciência como instituição social, a contextualização e suas abordagens.

Por sua vez, o conteúdo se divide em:

- ✓ **Temática:** No foco dessa categoria encontra-se o olhar para as questões que atualmente perpassam as preocupações da ciência. Dessa forma, é composta pelos enfoques dados ao tema escolhido.
- ✓ **Abordagens e Contexto:** verifica a forma a qual este é contextualizado. Os textos escolhidos apresentam uma temática interdisciplinar, assim como aos impactos sociais do desenvolvimento tecnológico
- ✓ **Procedimentos internos da ciência:** Os textos sobre ciência, particularmente aqueles publicados em revistas de divulgação científica, trazem informações como a elaboração e adequação de modelos, tomadas de dados e de que modo estas interferem nos resultados, o papel da experimentação na ciência, os processos de análise e interpretação dos resultados etc.
- ✓ **Funcionamento institucional da ciência:** discussões sobre a natureza dos dados tomados e das análises feitas. As relações entre os processos da ciência e seus produtos também estão incorporadas nessa categoria.

No trabalho de Ferreira e Queiroz (2011), as categorias **Procedimentos internos da ciência e Funcionamento institucional da ciência** foram agregadas em categoria única denominada **Características da atividade científica**, já que as mesmas buscam retratar aspectos e características concernentes à ciência.

- **Forma:** compreende a estrutura do texto, o uso de recursos visuais e textuais, a linguagem, os gêneros discursivos (como explicação, descrição, argumentação e narração), o uso de metáforas e analogias etc.

A forma textual está dividida em:

- ✓ **Estrutura:** Os textos selecionados apresentam diferentes características, as quais variam também de acordo com o veículo (jornal, revista especializada, revista de divulgação etc.).
- ✓ **Linguagens:** com relação à linguagem, observamos a clareza do texto, a forma com a qual o autor do texto de divulgação faz uso de termos e conceitos científicos, assim como a presença de metáforas e analogias no auxílio ao entendimento do texto.
- ✓ **Recursos visuais e textuais:** nessa categoria, analisamos a distribuição espacial das informações, uma vez que esta opera no sentido de atrair o leitor para o texto, como ilustrações e fotografias, entre outros.

A reflexão feita por Zamboni (2001), apoiada na Análise do Discurso, ilumina a fronteira entre o texto científico, essencial à ciência, e o texto da divulgação científica. A autora diverge da concepção de que discurso de divulgação científica é um processo de reformulação do discurso científico. Zamboni estabelece que esses textos são gêneros diferentes que tratam do mesmo assunto, mas apresentam construções textuais e estilos de linguagem diversos. Nessa perspectiva, caracteriza o texto de divulgação científica desenvolvendo a hipótese de que o mesmo é um gênero discursivo particular, um tipo de discurso tão autônomo quanto qualquer outro e que também depende de outro, estabelecendo um trabalho de formulação de um novo discurso, que se articula com o campo científico, levando-se em conta a mudança do destinatário, que passa a ser agora um público aberto, tido como leigo em matéria de ciência ou em determinada especialidade.

Zamboni (2001) estabeleceu maior esforço em seu trabalho fixando pontos de sustentação que permitiam interpretar o discurso da divulgação científica como de efetiva formulação de um novo discurso, exercido por um sujeito enunciador ativo, e não assujeitado a discursos prévios. O resultado dessa formulação da vulgarização científica, correspondente a destinatários diferentes é que se dá a conhecer na variedade e heterogeneidade do discurso científico.

A diferença entre as formas de comunicação científica se baseia na mudança do destinatário, ou seja, do público alvo.

Se é constitutivo do discurso estar voltado para o destinatário, e se esse destinatário se concebe diferentemente em diferentes condições de produção, tal como ocorre com os destinatários do discurso científico e com os do discurso da divulgação científica, é lícito concluirmos que estamos diante de dois gêneros discursivos (ZAMBONI, 2001, p. 94).

A autora ainda afirmou que, como o caráter e modos de utilização da linguagem são extremamente variados, como por exemplo a do diálogo cotidiano até um tratado científico, também serão variadas as modalidades de gêneros discursivos, dessa forma inclui portanto o gênero da divulgação científica. De uma forma geral, os gêneros textuais refletem condições específicas e finalidades, referentes ao *conteúdo temático*, *estilo verbal* e *construção composicional*.

Ainda de acordo com a autora, a caracterização do discurso da divulgação científica como gênero discursivo particular em relação ao conteúdo temático, se garante ao veicular conteúdos próprios da temática científica, adaptados a um destinatário não especialista. Quanto ao estilo verbal, o discurso da divulgação científica se abre para o emprego de analogias, generalizações, comparações, recursos que contribuem como marca de divulgação científica. No aspecto composicional, entra em funcionamento procedimentos discursivos, como a recuperação de conhecimentos tácitos, formas de envolvimento, por exemplo.

Algumas das características inerentes aos TDC apontadas por Zamboni (2001) são descritas a seguir:

- **Recuperação de conhecimentos tácitos.** São aqueles sobre os quais não cabe mais apresentar comprovação ou contestação, pois se pressupõe já ser aceito pelo leitor. A presença desses conhecimentos em determinado texto deve-se ao fato do autor levar em consideração a presença de leitores não especialistas (não-pares).
- **Questionamento sobre a metodologia empregada na pesquisa.** Quando o autor questiona o alcance da descoberta em relação ao processo metodológico da pesquisa, e por vezes indica sugestões.
- **Procedimentos explicativos.** São segmentos explicativos dirigidos a receptores não especialistas, desconhecedor de fatos certos científicos, a quem pode faltar o domínio de conhecimentos prévios e de conceitos referentes ao assunto do artigo proposto. São direcionados a receptores não especialistas, cujos conhecimentos estão supostamente distanciados dos seus enunciadores.

- **Atitude de cautela e prudência diante dos resultados da pesquisa** (provisoriedade das “descobertas”). A presença desse tipo de procedimento caracteriza discurso referente ao campo científico e pode ser interpretado no discurso da divulgação científica como enunciação dirigida a um público mais restrito e com certo grau de especialização.
- **Apelo inicial à leitura.** É a tentativa de prender o leitor à matéria, apresentada, geralmente, por impacto visual da reportagem, fotos, informação chamativa etc.
- **Impacto científico no lide.** Em poucas linhas o essencial do texto, comumente presente no primeiro parágrafo do texto, juntamente com o título, constituem o sumário da notícia.
- **Busca de credibilidade** (falas de especialistas, forte ancoragem autoral). A inserção desse procedimento em texto de divulgação científica determina grau de autoridade do discurso da ciência. A grande incidência da fala de especialistas é no sentido de “fazer crer” por meio de dos detentores de um saber institucionalizado. A inserção das falas dos especialistas assume caráter de argumentos de autoridade, confere autoridade no texto.
- **Recurso à atratividade** (fotos coloridas, narrativas de envolvimento, boxes). São recursos discursivos como parte de estratégia para tornar a matéria atraente e dentro deste recurso a autora destaca as narrativas de envolvimento, tendo como exemplo a menção de personagens ilustres ligados a determinado assunto que assim propicia situação para manter o leitor interessado na matéria. Em relação a questão da atratividade do texto, outras são: **boxes** (linhas, faixas, fundos coloridos, que trazem conteúdos específicos, com títulos próprios) de forma a busca de não perder o leitor; **mini-resenhas** (geralmente no máximo três linhas, com destaque visual para atrair o leitor).
- **Interlocução direta com o leitor** (perguntas apreciativas, busca de participação ativa do leitor). O destinatário é interpelado, de forma a ser convidado a participar da aventura da ciência e aproximando-o do processo de produção textual.

- **Segmentação da informação.** Segmentação em partes de leitura independentes, discurso multifacetado, permitindo a leitura por partes isoladas.

Ainda segundo a autora, mecanismos de “tradução lexical” presentes no discurso, revelam movimento contínuo de aproximação e equivalência do discurso científico e do discurso cotidiano. Para se ter melhor compreensão no nível da sintaxe discursiva, podem ser expostos recursos metalinguísticos tais como: **aspeamentos**, marca tanto termo técnico-científico, quanto palavras familiares ou coloquiais; **nomeações**, que legitimam a atividade científica, ou seja, garantia de confiabilidade ao discurso científico fonte, sendo apresentada na forma de inserções de termos científicos acompanhadas de fórmulas metalinguísticas; **definições**, que explicitam os termos da ciência para os não especialistas, podendo ser por *aproximação*, que é um mecanismo por meio do qual o enunciador procura garantir compreensão por parte do destinatário não especialista; *justaposição metalinguística*, que ocorre por fórmula metalinguística, sendo similar à conotação autonímica, já que ao mesmo tempo em que se mostra o objeto, faz-se uso dele; e *conceituação*, que facilita a compreensão do termo científico.

De uma maneira geral, as definições podem se apresentar em caráter formal, de maneira parentética (parêntesis) ou apositiva, ou caráter funcional (conceituação, aproximação e justaposição), e surgem nos textos como “relacionadas aos procedimentos de denominação, exemplificação, explicação, classificação” (ZAMBONI, 2001, p.96).

De acordo com Zamboni (2001), tanto as inserções parentéticas como a aposição (uso de aposto) representam rupturas que o segmento inserido provoca, e a autora considera que a inserção desses recursos ajuda a compor a representação de um leitor que necessita intercalar momentos nos quais a ciência toma a voz, e momentos de leveza, nos quais os recursos explicativos tomam espaço.

Zamboni (2001) aponta que o discurso da divulgação científica, ao ser direcionado a um público não-científico, está sujeito a determinadas condições, na determinação das posições do enunciador e destinatário, no tratamento a ser dado no assunto e na construção composicional. Dessa forma, nota-se no discurso da divulgação científica, traços de cientificidade, laicidade e didaticidade, em graus variados, na superfície dos textos. Para a autora, os traços de cientificidade são aqueles típicos do discurso científico, a práxis científica e os produtos de ciência. Os traços de laicidade compreendem elementos inerentes ao discurso cotidiano, os quais compreendem as várias formas de contextualização. Os traços de didaticidade são próprios do discurso didático.

De acordo com características discursivas dos textos, segundo Zamboni (2001), podemos detalhar tais traços da seguinte forma:

- **Predominância de traços de didaticidade** - Quando o texto apresenta aspectos como procedimentos explicativos; parágrafos sintetizadores; elementos de didaticidade nos recursos visuais; aspeamento; interlocução direta com o leitor.
- **Predominância de traços de cientificidade** - Quando o texto apresenta aspectos característicos da atividade científica; alta densidade discursiva; recuperação de conhecimentos tácitos; busca de credibilidade, valorizando a questão científica.
- **Predominância de traços de laicidade** - Quando a natureza do texto em questão, possui relação com a vivência do leitor; tom de alerta ao leitor; contextualizações na temática e nos recursos visuais.

Ribeiro (2007), após estudo referente a materiais de mídia impressa, tais como revistas de divulgação científica e jornal, indicou categorias para caracterizar de textos de divulgação científica. A autora ainda afirmou que os TDC apresentam três dimensões: estética, informativa e contextual. e que a divulgação científica, em alguns casos tem sido “responsabilizada por passar ao público uma imagem distorcida da ciência” (RIBEIRO, 2007, p. 45). Dessa forma, a autora ressaltou que nos retratou nos TDC podem ser observados procedimentos como: redução do complexo, para tornar os conteúdos científicos mais fáceis de serem entendidos pelo público alvo, podendo ser por meio de comparações, analogias e metáforas; fragmentação, na qual as informações sobre ciência e tecnologia podem apresentar-se por meio de notícias dispersas, sem contexto; sensacionalismo, quanto a ciência é tratada de forma exagerada, transformando os fatos em acontecimentos com forte apelo emocional ou espetáculos; e imagem da ciência, quando a ciência e a atividade científica são apresentadas nos textos, às vezes associadas a grandes descobertas, à melhoria da vida humana.

Nesse estudo, Ribeiro (2007) em um primeiro momento, realizou um levantamento bibliográfico de discursos formulados para a divulgação, pelos pesquisadores, jornalistas e divulgadores. Foram também analisadas as formas como a divulgação, apareceu na literatura da área de ensino de ciências, sendo no caso específico da Física, apontando abordagens, objetivos, metodologias e estratégias relacionadas ao uso da divulgação em ambiente escolar. Dessa forma, surgiram diferentes vertentes da divulgação científica. As vertentes "leitura de mundo, mundo de leitura", "formação do espírito crítico", "contextualização e atualidade" e

"olhar da sedução: encantamento e motivação". Assim, Ribeiro apontou algumas potencialidades dos TDC, tais como:

- **Leitura do mundo:** considera-se o texto como um instrumento que possibilita o desenvolvimento da leitura, que estimula o hábito de ler.
- **Formação do espírito crítico:** estimula o olhar crítico para a realidade, sempre na busca de formação de atitude reflexiva frente aos temas apresentados.
- **Contextualização e atualidade:** os textos podem propiciar debates de temas provenientes dos meios de comunicação de forma a despertar o interesse dos alunos, auxiliando e renovando conteúdos curriculares, ou seja, promovendo discussões acerca de determinado tema da mídia no meio educacional.
- **Olhar da sedução, encantamento e motivação:** capacidade de a divulgação científica despertar o interesse pela ciência, provocando curiosidade, emoção em seus leitores e inserindo-os no mundo da ciência.

Consideramos que, de forma geral, por meio de da caracterização dos textos de divulgação científica publicados em diferentes veículos de divulgação, é possível identificar potencialidades dos mesmos como recurso didático, possibilitando aos professores utilizá-los adequadamente de acordo com seus objetivos. Nesse sentido, a análise de diversos artigos de DC em revistas, jornais vem detectando potencialidades dos mesmos como instrumentos de divulgação científica no âmbito educacional, ou seja, de perceberem o quão seria interessante e importância na questão didático/pedagógica.

3.3 Planejamento de ensino

Para realização de qualquer atividade em ambiente escolar, é interessante e necessária a existência de um planejamento. Sendo assim, de acordo com Libâneo (1994), o planejamento escolar requer do professor a constante revisão do processo de ensino. O autor destaca três modalidades de planejamento: o plano da escola, o plano de ensino e o plano de aulas. Tais planejamentos possuem importância fundamental, pois têm funções como explicar princípios, procedimentos, prever objetivos, conteúdos, métodos, bem como procuram atualizar constantemente o conteúdo do plano e assim facilitando a preparação das aulas. Certos detalhes são inerentes ao planejamento escolar, como por exemplo, os objetivos e

tarefas da escola; as exigências dos planos e programas; as condições prévias dos alunos para a aprendizagem; e as condições de transmissão e assimilação dos conteúdos.

De acordo com Libâneo (1994) o plano de ensino consiste no roteiro das unidades didáticas e é formado pelas justificativas das disciplinas, delimitação dos conteúdos, pelos objetivos gerais e específicos, desenvolvimento metodológico, os conteúdos e o tempo para execução dos mesmos. Já o plano de aula, é uma especificação do mesmo, e serve para orientação, devendo possuir uma sequência e coerência entre os objetivos gerais e específicos, procurando ser flexível. Segundo o autor,

a ação de planejar, portanto, não se reduz ao simples preenchimento de formulários para controle administrativo, é, antes, a atividade consciente da previsão das ações político – pedagógicas, e tendo como referência permanente às situações didáticas concretas (isto é, a problemática social, econômica, política e cultural) que envolve a escola, os professores, os alunos, os pais, a comunidade, que integram o processo de ensino (LIBÂNEO, 1994, p. 222).

Ainda segundo Libâneo, o planejamento se torna ferramenta importante quando demonstra preocupação em integrar a coordenação da ação docente à problemática do contexto social na qual o seu público alvo está inserido, propiciando dessa forma melhor compreensão de conteúdos por parte dos alunos, já que os mesmos se relacionam com a realidade que eles vivenciam em seu dia-a-dia.

De acordo com Vasconcellos,

O planejamento enquanto construção-transformação de representações é uma mediação teórica metodológica para ação, que em função de tal mediação passa a ser consciente e intencional. Tem por finalidade procurar fazer algo vir à tona, fazer acontecer, concretizar, e para isto é necessário estabelecer as condições objetivas e subjetivas prevendo o desenvolvimento da ação no tempo. (VASCONCELLOS, 2000, p. 79)

Em linhas gerais, o planejamento é um processo de organização e coordenação da ação docente, que engloba a atividade escolar e o contexto social. A escola, os professores e alunos são constituintes fundamentais dessa dinâmica, sendo influenciados por questões econômicas, políticas e culturais. De uma forma geral, é importante traçar questionamentos, como: o que, a quem e a quanto tempo pretendemos alcançar? Como podemos alcançar o que pretendemos? O que fazer e como fazer? Quais os recursos necessários? O que analisar e como analisar a situação a fim de verificar se o que pretendíamos foi alcançado?

Moretto (2007, p.100) afirma que “o planejamento é um roteiro de saída, sem certeza dos pontos de chegada. Por esta razão todo planejamento busca estabelecer a relação entre a previsibilidade e a surpresa”.

Ainda, segundo Libâneo (1994), os pontos principais que norteiam o planejamento escolar são: a compreensão da relação entre educação escolar e objetivo sócio-políticos, o domínio do conteúdo e sua relação com a vida, a capacidade de divisão da matéria em módulos, conhecimento das características sócio-culturais e individuais dos alunos, domínio de métodos de ensino, conhecimento dos programas oficiais, manter-se bem informado sobre livros e artigos ligados à sua disciplina e fatos relevantes. Padilha (2001), afirma que

Planejamento de Ensino é o processo de decisão sobre atuação concreta dos professores, no cotidiano de seu trabalho pedagógico, envolvendo as ações e situações, em constantes interações entre professor e alunos e entre os próprios alunos (PADILHA, 2001, p. 33).

De acordo com Zabala (1998), os objetivos de ensino podem ser: conceituais procedimentais e atitudinais.

Os objetivos conceituais podem ser atingidos por determinados conteúdos que se relacionam com conceitos propriamente. O autor ainda considera que esse tipo de conteúdo “inclui também princípios que se referem às mudanças que se produzem, ou situações que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação” (ZABALA, 1998, p. 42). São exemplos de conceitos: mamífero, densidade, impressionismo, romantismo; e, Lei de Arquimedes. Desse modo, devem ser relevantes do ponto de vista social, cultural e científico, permitindo compreensão entre relações do ser humano e natureza.

Os objetivos procedimentais de ensino referem-se a um aprender a fazer, envolvendo regras, métodos, estratégias e habilidades. Como exemplos, temos: ler, desenhar, observar, classificar e traduzir (ZABALA, 1998). Esse tipo de aprendizagem envolve ações que possibilitam fazer para aprender, tais como: encontrar informações e selecioná-las, elaborar perguntas a partir do título, das imagens ou do texto; identificar palavras-chave que auxiliem na localização de informações; redigir rascunhos.

Já os objetivos atitudinais de ensino podem incluir aspectos ligados à solidariedade, o trabalho em grupo, o respeito, a ética e a diversidade. Zabala (1998) considera que a aprendizagem dos conteúdos para os objetivos atitudinais supõe conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, e análise, implicando fatores positivos e negativos, bem como avaliando a própria atuação no ambiente de ensino.

Uma das maneiras de se planejar o ensino é por meio das sequências didáticas. Esse é um termo em educação utilizado para definir um procedimento encadeado de passos, ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado. É planejada e

desenvolvida para realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos (ZABALA, 1998).

É recomendável que uma sequência didática busque considerar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao que está sendo proposto a eles em termos de saberes escolares (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992). Além disso, segundo Freire (1996)

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de resposta a perguntas que não foram feitas. Isto não significa realmente que devemos reduzir a atividade docente em nome da defesa da curiosidade necessária, a puro vai-e-vem de perguntas e respostas, que burocraticamente se esterilizam. A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. (FREIRE, 1996, p. 86)

Outra forma de se planejar uma sequência didática é por meio do que Delizoicov e Angotti (1992) denominam Momentos Pedagógicos, e que podem ser descritos da seguinte forma:

- 1) **Problematização inicial.** Uma vez definido o tema gerador, é elaborado o programa de ensino e se inicia o trabalho em sala de aula. Primeiro contato com o material didático. Faz-se necessário, portanto, uma metodologia introdutória que mantenha o caráter dialógico e participativo.
- 2) **Organização do conhecimento.** Aberto o diálogo com os participantes e levantados os questionamentos, há a necessidade de discutir os conceitos científicos. O momento chamado de “estudo científico”, de caráter dialógico e problematizador. Não se trata apenas de expor o conteúdo, mas sim utilizar o potencial dos temas propostos.
- 3) **Aplicação do conhecimento.** Uma vez discutidos os conceitos envolvidos na situação problematizada, retomam-se os problemas iniciais interpretando-os e utilizando novas concepções, possibilitadas pela organização do conhecimento e explorando novos problemas.

De acordo com Dolz (2004), as sequências didáticas permitem a elaboração de contextos de produção por meio de atividades e exercícios variados com a finalidade de oferecer aos alunos técnicas e instrumentos que desenvolvam suas capacidades de expressão oral e escrita em diversas situações.

Outra questão importante no planejamento de ensino são as interações discursivas no desenvolvimento das ações na sala de aula. Nesse sentido, Mortimer e Scott (2002) apontam

quatro diferentes formas de abordagem para caracterizar a comunicação entre professor e alunos, sendo elas: **interativa/dialógica**, quando há a participação de mais de uma pessoa e são considerados diferentes pontos de vista; **interativa/de autoridade** quando há a participação de mais de uma pessoa e somente um ponto de vista é considerado; **não-interativa/dialógica**, quando somente uma pessoa está envolvida na ação comunicativa e mais de um ponto de vista é considerado; **não interativa/de autoridade**, quando somente uma pessoa produz enunciados, e somente um ponto de vista é considerado.

Essas considerações sobre o planejamento de ensino e em especial aquelas relativas às sequências didáticas foram usadas como base para elaboração do nosso Produto Final: sequências didáticas pautadas no uso de alguns TDC da revista *Minas Faz Ciência* que foram analisados em nossa pesquisa. Detalhamos a seguir os procedimentos metodológicos adotados neste estudo.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Segundo Bauer e Gaskell (2013), a pesquisa qualitativa é aquela que “evita números, lida com interpretações das realidades sociais” (p.23). Segundo Ludke e Andre (1986, p.18), o estudo qualitativo “se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada”. Godoy (1995) indica características inerentes aos estudos qualitativos, sendo: o ambiente natural como fonte de dados, e o pesquisador como instrumento fundamental; o caráter descritivo, o significado que as pessoas dão as coisas e sua vida, preocupa o investigador; pesquisa com enfoque indutivo.

Moreira (2002) abordou características básicas da pesquisa qualitativa, destacando nessa os seguintes aspectos:

- A interpretação como foco. Interpreta a situação em estudo sob o olhar dos próprios participantes;
- A subjetividade é enfatizada. O interesse é a perspectiva dos informantes;
- A flexibilidade na conduta do estudo. Não há uma definição a priori das situações;
- O interesse é no processo e não no resultado. Segue-se uma orientação que objetiva entender a situação em análise;
- O contexto ligado ao comportamento das pessoas na formação da experiência;
- O reconhecimento que há influência da pesquisa sobre a situação, admitindo-se que o pesquisador também sofre influência da situação de pesquisa.

Dessa forma, nosso estudo caracteriza-se por ser de natureza qualitativa, devido a seu caráter analítico e descritivo, sendo realizada fundamentalmente por meio da interpretação do pesquisador mediada pelos referenciais teóricos, na busca de investigar aspectos relativos ao objeto de estudo.

4.1 Seleção e caracterização de TDC da revista *Minas Faz Ciência*

4.1.1 A revista *Minas Faz Ciência*

A revista de divulgação científica *Minas Faz Ciência* é uma publicação da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). A revista surgiu da proposta da referida agência de fomento em propiciar a democratização do conhecimento, por meio da

divulgação de pesquisas científicas, mais especialmente aquelas desenvolvidas no estado de Minas Gerais. Dessa forma surgiu o projeto Minas Faz Ciência, que inicialmente abrangeu uma série de vídeos, produzidos pela Rede Minas.

Posteriormente surgiu a revista *Minas Faz Ciência* em dezembro de 1999 com uma tiragem inicial de cinco mil exemplares, atualmente em torno de vinte mil exemplares, tendo como alvo o público não especialista, tem publicação trimestral, distribuição gratuita e tiragem de aproximadamente 20 mil exemplares. De acordo com informações disponíveis, a revista possui mais de seis mil assinantes espalhados por todos os estados e em 8 países, tendo leitores das mais variadas idades e profissões. Além disso, em 2000 surgiu a versão online da mesma (FAPEMIG, 2015).

Cada edição da revista possui entre 50 e 52 páginas. Nessas, estão as reportagens sobre as pesquisas realizadas por instituições mineiras tem as seguintes seções fixas, as quais são classificadas de acordo com a área de estudo (como Engenharia Ambiental; Bioquímica, Cultura Popular, etc.), além das seguintes seções fixas:

- **Ao Leitor:** nessa seção são apresentados breves relatos dos assuntos da edição, apresentada pela diretora da redação da revista;
- **Índice:** são indicadas as listas e páginas das seções fixas, bem como o título das reportagens e suas respectivas áreas do conhecimento;
- **Cartas:** essa seção corresponde qual à leitura de cartas enviadas por leitores, até mesmo via email, e geralmente são cinco por edição;
- **Especial:** uma reportagem de destaque com tema atual; geralmente abrange maior número de páginas e constitui o tema capa da revista;
- **Lembra dessa?:** Relembra alguma reportagem já exibida pela revista;
- **Entrevista:** essa seção compreende entrevista com personalidade da área científica;
- **Cinco Perguntas Para:** Cinco perguntas direcionadas a algum membro da área científica;
- **Leituras:** essa seção mostra exemplares de livros como sugestões para leitura;
- **Hiperlink:** reportagens científicas divulgadas em sites, blogs, na internet de uma forma geral;
- **Varal:** mostra fotos relacionadas à ciência enviada por leitores de uma maneira geral.

A revista *Minas Faz Ciência* foi escolhida como objeto do estudo por se tratar de um material produzido por uma agência de fomento à pesquisa, a FAPEMIG, ser reconhecida no meio acadêmico e ter como objetivo divulgar pesquisas científicas produzidas, sobretudo pelas universidades mineiras. Outro aspecto importante nesta escolha é o fato da revista estar disponibilizada on-line, bem como ter assinatura gratuita, o que facilita seu acesso aos leitores. Cabe destacar também que, em geral, os leitores dessa revista são pessoas que têm o ensino superior (OCÁRIZ, 2013). Portanto, esta pesquisa pode favorecer a divulgação de seus textos entre professores e estudantes da educação básica.

4.1.2 Seleção do *corpus* analítico

A palavra *corpus* é de origem latina, e significa corpo. No contexto acadêmico, significa um conjunto de documentos referentes a um determinado tema.

Para análise dos TDC da revista *Minas Faz Ciência* delimitamos um *corpus* de dez textos da revista, dentre aqueles que compõem as reportagens sobre pesquisa científica, publicados entre 2010 e 2014. Tais textos estão listados no Quadro 4.1. Como a pesquisa é de natureza qualitativa, acreditamos que essa quantidade de textos nos possibilitou analisar aspectos do discurso da divulgação científica e discutir suas potencialidades didáticas para o ensino de ciências.

Quanto ao período de publicação dos textos, pelo fato de serem recentes e possibilitarem a seleção de temas de interesse atual para o ensino de química.

Foram prioritariamente selecionados textos cujas reportagens abordam temas relacionados à química e áreas afins, que envolveram vários aspectos, como por exemplo, científicos, tecnológicos, sociais, econômicos, ambientais, entre outros assuntos que apresentaram conteúdos relevantes para o cotidiano dos alunos. Ou seja, os critérios de escolha foram norteados pela relevância no cotidiano e sua relação com a química, assim como o fato desses textos demonstrarem pesquisas que retratam algo interessante, que visam engajamento e que buscam aguçar a curiosidade dos estudantes.

Quadro 4.1 - Textos selecionados da revista *Minas Faz Ciência*

Texto	Título	Autor	Volume	Edição	Páginas	Ano	Temática
A	Fácil, barato e necessário	Desireé Antônio	41	Mar/10 a Mai/10	22 a 25	2010	Tratamento de Água e reuso de material
B	Água limpa de verdade	Juliana Saragá	44	Dez/10 a Fev/11	45 a 47	2011	Tratamento de Água
C	Novos Tempos	Fabício Marques	46	Jun/11 a Ago/11	6 a 13	2011	Lixo
D	Radiação UV, sentinelas do clima	William Ferraz	52	Dez/11 a Fev/11	31 a 33	2013	Radiação
E	H ₂ Omem, a fórmula da contaminação	Ana Luiza Gonçalves	54	Jun/13 a Ago/13	30 a 32	2013	Contaminantes da Água
F	Energia limpa e do bem	Diogo Brito	55	Set/13 a Nov/13	26 a 28	2013	Energia
G	Patrulheiras Antipoluição	Virgínia Fonseca	56	Dez/13 a Fev/14	24 a 26	2014	Meio Ambiente
H	Cheiroso e Ecológico	Camila Alves Mantovani	58	Jun/14 a Ago/14	37 a 40	2014	Sabão
I	Cinza em tom de verde	Virgínia Fonseca	60	Dez/14 a Fev/15	32 A 36	2015	Reutilização da Água
J	Nada se perde mesmo!	Camila Alves Mantovani	61	Mar/15 a Mai/15	35 a 37	2015	Metais

Assim, foram escolhidos TDC devido à sua contextualização, como, por exemplo, a questão de combustíveis alternativos abordado no texto “Energia limpa e do bem”, ou ainda temática proteção ambiental presente no texto “Patrulheiras Antipoluição” que fala da despoluição de sistemas aquáticos por meio de plantas. Estudos relacionados ao tratamento de água e sua descontaminação são destacados nos textos “Água limpa de verdade” e “H₂Omem, a fórmula da contaminação”. A questão da radiação UV e seus efeitos são abordados no texto “Radiação UV, Sentinelas do Clima”. O texto “Nada se perde, mesmo!” trata de estudos relacionados à reciclagem de metais.

Também levamos em consideração na escolha desses textos a possibilidade de inseri-los nos temas no Conteúdo Básico Curricular (CBC) do estado de Minas Gerais. A proposta do CBC é estabelecer habilidades, competências a serem adquiridas pelos estudantes na educação básica, assim como direcionar o trabalho do professor, no sentido de atingir metas.

A importância do CBC está no sentido de tomá-lo como referência para programas de avaliação, como Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar (PAAE) e até mesmo para estabelecimento de plano de metas da escola. Essa proposta curricular, para a área de Química, está organizada em torno de três eixos: Materiais; Modelos; e Energia. Os eixos são organizados em temas, nos quais se apontam respectivamente tópicos/habilidades e detalhamento de habilidades referentes ao mesmo. A proposta também tem como objetivo favorecer uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, como por exemplo com a Física, a Biologia (MINAS GERAIS, 2015).

No quadro 4.2 apresentamos a classificação dos textos selecionados para esta pesquisa dentro dos eixos temáticos do CBC de Minas Gerais. Assim, os assuntos abordados em alguns textos relacionados a água, sabão, reciclagem de metais, conservação ambiental se encaixam no eixo dos **Materiais**, pelo fato de se tratar aspectos referentes a características de substâncias, bem como assuntos relacionados à proteção ambiental e reciclagem, por exemplo. Já textos que envolveram questões referentes a envolvimento de **energia**, se encaixam no eixo de mesmo nome.

Quadro 4.2 - Eixos temáticos para a área de química descritos no CBC de Minas Gerais e os textos da revista *Minas Faz Ciência*, selecionados para análise, cujos assuntos estejam a eles relacionados.

Eixo temático	Textos da revista <i>Minas Faz Ciência</i>
Materiais	“Água limpa de verdade” “H2Omem, a fórmula da contaminação”. “Cinza em tom de verde” “Novos Tempos” “Patrulheiras Antipoluição” “Nada se perde, mesmo!” “Fácil, barato e necessário”. “Cheiroso ecológico”
Energia	“Radiação UV, sentinelas do clima”. “Energia limpa e do bem”

4.1.3 Metodologia de análise

Os dez textos selecionados para este estudo foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva. Essa metodologia é de natureza qualitativa, transitando entre análise de conteúdo e análise de discurso (MORAES, 2003). A Análise Textual Discursiva pode ser caracterizada a partir do estudo de um conjunto de textos ou documentos, produzindo um metatexto, originários das desconstruções e fragmentações de um *corpus*.

Segundo Moraes, a análise textual discursiva,

pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma seqüência recursiva de três componentes: desconstrução do corpus, a unitarização, o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização, e o captar do novo emergente em que nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2003, p.192).

De acordo com Moraes e Galiuzzi (2006, p. 132), na etapa da unitarização, os dados são desconstruídos, a partir da interpretação do pesquisador. Em nosso estudo, esse processo foi realizado individualmente para cada TDC selecionado, no qual fomos identificando trechos (recorte) do trecho que constituíam unidades de análise significativas.

A segunda fase, a **categorização**, consiste “na organização, ordenamento e agrupamento de conjuntos de unidades de análises, no sentido de expressar novas ideias dos fenômenos investigados, e ainda segundo os autores citados acima, essa etapa consiste em movimento construtivo em uma ordem diferente da original” (p. 125).

As categorias podem ser produzidas por métodos distintos. No método **dedutivo** são construídas categorias antes mesmo de examinar o *corpus* de textos. As categorias são deduzidas das teorias que servem de fundamento para a pesquisa e constituem as categorias *a priori*. No método **indutivo** são elaboradas categorias com base nas informações contidas no *corpus*. Esse processo constitui as categorias emergentes. Os métodos dedutivo e indutivo podem ser mesclados, sendo classificados como misto. Moraes (2003) aponta que

a validade e confiabilidade dos resultados de uma análise, depende “do rigor com que cada etapa da análise foi construída, uma vez que “uma unitarização e uma categorização rigorosas encaminham para metatextos válidos e representativos dos fenômenos investigados (MORAES, 2003, p. 206).

Na nossa pesquisa foram empregadas categorias *a priori*, conforme definidas nos referenciais teóricos, que são as considerações de Zamboni (2001) sobre características discursivas referentes a traços de didaticidade, laicidade e cientificidade que abrange apelo inicial à leitura, recuperação de conhecimentos tácitos, atratividade, interlocução direta com leitor, busca de credibilidade, além de características indicadas por Ribeiro e Kawamura (2005) que são relacionadas ao Conteúdo de uma forma geral, como a temática, características da atividade científica, bem como a Forma textual, envolvendo estrutura e linguagem.

A fase final da análise textual discursiva é a **captação do novo emergente**, que é a construção de um metatexto pelo analista, por meio de considerações sobre as categorias analisadas. De acordo com Moraes (2003), o conhecimento das teorias que fundamentam uma pesquisa pode facilitar o processo da análise textual, mas o autor ainda afirma que

isso não é exigência, pois o pesquisador pode construir teorias a partir do material que analisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo dos TDC da revista *Minas Faz Ciência* apresentados nesta pesquisa focou-se na análise de características do discurso da divulgação científica, conforme descrita por Zamboni (2001), tais como a presença de conhecimentos tácitos, busca de credibilidade, interlocução com leitor, apelo à leitura, atratividade, entre outros. Buscamos nessas análises a identificação dos traços de cientificidade, didaticidade e laicidade presentes nos textos.

Acreditamos que essas análises possam constituir um importante instrumento para o professor em seu trabalho na escolha, de forma a escolher textos mais adequados aos seus objetivos educacionais. De acordo com Zamboni (2001), quando, o professor desejar, por exemplo, promover a contextualização de um determinado assunto, poderá escolher um TDC que apresente um elevado grau de **laicidade**, ou seja, que se relacione com o cotidiano do leitor. Aquele que queira realizar trabalho um pouco mais voltado para entendimento sobre a natureza da ciência poderá escolher os TDC com alto grau de **cientificidade**, que estão envolvidos por aspectos característicos da atividade científica, tanto implícitos quanto explícitos. O professor que pretende trabalhar certos conceitos, em uma linguagem acessível, com muitas explicações, aliada a recursos didáticos atrativos, terá nos TDC com alto grau de **didaticidade** uma possibilidade. Existem textos também que apresentam equilíbrios de traços de cientificidade, didaticidade ou laicidade.

A seguir apresentamos a análise detalhada de cada um dos TDC selecionados.

5.1 Análise de textos da revista *Minas Faz Ciência*

- **Texto A: “Fácil, barato e necessário”**

O texto de divulgação científica, cujo título é “Fácil, barato e necessário” (ANEXO A) aborda o sistema de descontaminação de águas que utiliza garrafas PET como alternativa para comunidades sem serviço de tratamento de água de (ANTÔNIO, 2010). Esse trabalho foi realizado por pesquisadores do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-MG). O texto inicia com uma explanação sobre um sistema de descontaminação que utiliza garrafas PET, seguida de explicações acerca do projeto que despertou curiosidade entre estudantes. Posteriormente, encerrou explicitando várias premiações recebidas pelo projeto, destacando o sucesso de uma das alunas que trabalhou na pesquisa.

Possui título com letras grandes em tom rosa, apresentando logo abaixo a seguinte frase: “Sistema de descontaminação de águas que utiliza garrafas PET é alternativa para comunidades sem serviço de tratamento de água”. Essa frase constitui o sumário do TDC e é considerada como impacto do lide. Ainda na página inicial, tem uma figura de metade de uma garrafa PET, demonstrando assim a ideia do material empregado no projeto.

O texto apresentou ilustrações, mostrando, respectivamente, a maquete do projeto (o aparato utilizado no mesmo) e os pesquisadores em questão exibindo certificados relacionados à pesquisa. Apresenta ainda um box com título “Maratona de prêmios” destacando as premiações recebidas pelo projeto, conferindo assim grau de confiança ao mesmo. Essas informações funcionam como uma espécie de argumento da autoridade, funcionando subjetivamente como uma garantia para o leitor da confiabilidade da pesquisa reportada no TDC (OLIVEIRA, 2013).

Outra característica do discurso da divulgação científica encontrada no texto foi o apelo inicial à leitura, o qual se refere a elementos que atraem e prendem a atenção do leitor (ZAMBONI, 2001). Essa característica pode ser observada no próprio título (trecho A1):

“Fácil, barato e necessário.” [Trecho A1]

Foram também identificados no texto alguns procedimentos explicativos como, por exemplo, o detalhamento do processo de descontaminação da água utilizando garrafas PET. Esses procedimentos foram realizados por meio de comparações na tentativa de facilitar o entendimento do leitor, conforme destacamos no trecho A2 a seguir :

“A iniciativa propõe a confecção de uma espécie de tubulação, similar àquela usada para levar a água das estações de tratamento até as casas, feita com garrafas plásticas tipo PET, ligadas entre si. Essas garrafas são dispostas sobre o concentrador solar, uma estrutura de madeira em formato de “U” que serve de suporte para chapas refletoras”. [Trecho A2]

A busca de credibilidade foi utilizada pela autora em tópico do TDC intitulado “Futura cientista”, o qual retrata a campanha vitoriosa de uma das alunas do projeto. Nessa parte do texto, foi dado destaque aos prêmios que a pesquisa recebeu, indicando para o leitor a relevância do estudo reportado no TDC. Essa característica pode ser evidenciada no trecho A3:

“O diagnóstico, que compôs a primeira fase do projeto, recebeu uma série de prêmios: o 1º lugar na categoria Ensino Médio do Prêmio Jovem Cientista, na edição de 2008; 2º lugar na Mostratéc, uma mostra de projeto interna do Cefet, em 2007; o 3º lugar na categoria Saúde na Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (Febrace) em 2008; além do prêmio Intel ISEF (International Science and Engineering Fair, Feira Internacional de Ciência e Engenharia.” [Trecho A3]

Outra característica do discurso da divulgação científica, apontado por Zamboni, é a atitude de cautela e prudência do autor diante dos resultados. Esse aspecto pode ser observado em partes do texto no qual o autor discute os testes realizados na pesquisa, citando, por exemplo, a necessidade de outros experimentos para resultados mais conclusivos, conforme mostram os trechos A4 e A5, a seguir:

“Os testes que fizemos ainda são em escala laboratorial, precisamos realizar outros em escala-piloto. Para isso, precisamos de mais investimentos”, explica. [Trecho A4]

“O sistema está apto para o uso, mas ainda há muitas possibilidades de aprimorá-lo. Ideias não faltam”, diz Marques. [Trecho A5]

A recuperação de conhecimentos tácitos, definidos por Zamboni (2001, p. 99) como “aqueles sobre os quais não cabe mais sujeitar a comprovação ou contestação”, pode ser observada diante da explicação apresentada pelo autor sobre a absorção de calor (trecho A6), conforme descrito a seguir:

“Para potencializar o efeito do sol sobre a eliminação de micro-organismos, as garrafas são pintadas parcialmente de preto para reter mais calor”. [Trecho 6]

De um modo geral, o TDC analisado mesclou equilíbrio entre características laicas e didáticas. Laico no sentido de que abordou uma temática contextualizada, destacando a questão do tratamento de água em determinada comunidade, o que se configura em um contexto social relevante. Apresentou também características didáticas devido aos procedimentos explicativos e definições referentes ao projeto proposto e ao uso de garrafas PET como alternativa para tratamento de água.

A cientificidade do TDC pode ser sutilmente observada quando da citação de algumas práticas dentro da ciência, como a premiações de trabalhos de pesquisa. No entanto, o texto não apresentou alta densidade discursiva, com termos técnicos de difícil compreensão e não houve questionamento sobre a metodologia empregada na pesquisa.

Outro aspecto a ser destacado no texto é fato dele abordar questões de natureza social e problemas ligados à comunidade local. O texto relata um projeto concebido para atender populações de baixa renda que não têm acesso à água tratada. O lugar escolhido para o diagnóstico foi a cidade de Rio Acima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, banhada pelo Rio das Velhas. A pesquisa fez um levantamento do nível de escolaridade, das condições sociais e dos hábitos de higiene dos moradores, além de análises microbiológicas da água usada pelas casas e também do rio.

Portanto, o TDC analisado favorece uma aproximação dos estudantes com problemáticas diretamente ligadas a seu contexto social. Santos e Schetzler (2003) ressaltam que o ensino para a cidadania “não pode ser nem mesmo restrito à mera discussão ideológica do contexto social nem ao estudo de conceitos químicos descontextualizados”. Ao contrário: a escola deve favorecer uma abordagem integrada de dois aspectos centrais: a informação química e o contexto social, de modo que o estudante seja capaz de perceber a influência e importância da ciência em sua vida.

Cabe ainda destacar que o texto englobou pesquisa relacionada ao tratamento de água de forma alternativa utilizando garrafa PET. Sendo assim, de acordo com o CBC de Química (MINAS GERAIS, 2013), abordou temas referentes ao eixo temático dos Materiais e suas Propriedades. Dessa forma, o texto pode ser adotado como material auxiliar para a abordagem de conteúdo da primeira série do ensino médio (propriedades da água) e de conteúdo da química orgânica (o polímero PET) da terceira série de ensino médio.

- **Texto B: “Água limpa de verdade”**

O texto “Água limpa de verdade” (ANEXO B) retrata o desenvolvimento de tecnologia inovadora para o tratamento de água, utilizando ozônio como opção mais eficiente e ambientalmente correta (SARAGÁ, 2011). A página inicial é constituída por ilustração (Figura 5.1) compreendendo cubos de gelo, ao fundo coloração azul, indicando estratégia para atrair o leitor.



Figura 5.1 – Imagem apresentada no TDC “Água limpa de verdade” representando a temática abordada.

Existem dois tópicos, situados na segunda página. Um deles, “Por que usar o ozônio?”, explica motivos do uso do ozônio em relação à cloração, bem como retrata características do mesmo. O outro tópico, “Tecnologia alternativa”, explica processos que usam o ozônio. Ainda apresenta um box, denominado “Ozonioterapia”, que retrata o histórico da utilização do mesmo ao longo dos anos. Apresenta duas figuras, localizadas na segunda página, uma mostrando os pesquisadores envolvidos e a outra o aparato utilizado.

O texto é iniciado com explanação sucinta a respeito de recursos hídricos e atentando para agressões sofridas pelos mesmos, o que torna necessário a busca de tecnologias para tratamento de diferentes efluentes. Em seguida, têm-se explicações do motivo de se usar ozônio, com exemplos do uso no exterior.

Segundo Zamboni (2001), o apelo inicial à leitura tem por finalidade aguçar a curiosidade do leitor pelo tipo de informação em questão. Esse aspecto pode ser observado no trecho B1 que caracteriza também o chamado impacto do lide, o qual resume a idéia central do texto, conforme destacado trecho B1:

“Pesquisadores desenvolvem tecnologia inovadora para o tratamento de água utilizando ozônio, uma opção mais eficiente e ambientalmente correta”. [Trecho B1]

O texto apresentou também procedimentos explicativos, como forma de facilitar o entendimento do leitor. Esse aspecto pode ser evidenciado, por exemplo, na explanação sobre a utilização do ozônio na pesquisa, conforme mostra o trecho B2,

“O ozônio gerado é aplicado diretamente na água que flui pelo reator, tornando possível a produção de água ultrapura para fins diversos”. [Trecho B2]

Esses procedimentos explicativos podem ser realizados por meio de definições, ora na forma parentética (parêntesis) ou apositiva (aposto), sendo representações que fazem ruptura no texto e ajudam intercalar aspectos científicos e explicativos para melhor entendimento do leitor. Esse recurso discursivo pode ser exemplificado no trecho B3 a seguir:

“A água destilada (água pura sem sais)”. [Trecho B3]

A recuperação de conhecimentos tácitos também foi identificada no texto em vários trechos, sobretudo em relação aos termos que não necessitam de definição. Os trechos a

seguir destacam algumas informações que podem ser entendidas como conhecimentos já aceitos pelo leitor.

“A água oferecida à população é submetida a uma série de tratamentos para reduzir a concentração de poluentes até o ponto em que não representem riscos para a saúde”. [Trecho B4]

“Quando se lava o rosto na pia para retirar um produto de beleza, por exemplo, os resíduos vão para o esgoto e não são eliminados na estação de tratamento. O mesmo acontece com os remédios que não são totalmente absorvidos pelo corpo, sendo excretados através da urina. Estes resíduos saem da estação do mesmo jeito que entram e podem ser altamente nocivos não só para os seres humanos, mas também para as plantas e animais”, alerta o pesquisador”. [Trecho B5]

A busca de credibilidade pode se configurar por meio da inserção da fala dos especialistas, a qual assume o caráter de argumento de autoridade no discurso da ciência. No texto B, esse aspecto foi evidenciando quando a autora faz menção ao pioneirismo do trabalho, aliado à possibilidade de patentear-lo (trecho B6), conforme transcrito a seguir:

“O grupo da UFVJM é o primeiro a trabalhar com essa tecnologia no País, que hoje, para utilizá-la, precisa importar. Recentemente, os pesquisadores fizeram o pedido de patente do protótipo ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) tendo a FAPEMIG como cotitular da invenção”. [Trecho B6]

O texto apresentou também interlocução direta com o leitor, que, de acordo com Zamboni (2001), constitui uma forma de buscar a participação ativa do leitor, aproximando-o do processo de produção do texto e fazendo-o compartilhar das apreciações que o autor do texto experimenta. Esse aspecto pode ser verificado quando a autora traz questionamento sobre utilização do ozônio, conforme mostra o trecho B7, a seguir :

“Por que usar o ozônio? A água oferecida à população é submetida a uma série de tratamentos para reduzir a concentração de poluentes até o ponto em que não representem riscos para a saúde”. [Trecho B7]

De um modo geral, o texto “Água limpa de verdade” apresentou predominantemente características de cientificidade, didaticidade e laicidade. O texto destacou procedimentos e técnicas do projeto (práticas científicas) e relatou a preocupação com a geração de patentes, o

que lhe confere certo grau de cientificidade. Trouxe ainda várias definições e explicações, desde possíveis danos causados pelo tratamento habitual com cloro até as informações detalhadas do processo do tratamento com o gás ozônio, dessa forma, objetivando facilitar o entendimento do leitor (características didáticas). Além disso, retratou também uma situação de vivência do leitor, quando abordou a questão da utilização do cloro no tratamento da água (caráter laico).

Esse texto colocou em destaque uma temática referente à purificação de água com ozônio, a qual pode ser articulada à abordagem do conteúdo do CBC para a primeira série do Ensino Médio, no eixo temático dos Materiais e suas Propriedades (MINAS GERAIS, 2013).

• **Texto C: “Novos Tempos”**

O texto “Novos tempos” (ANEXO C) se enquadra na seção especial da revista e traz uma reportagem sobre lixo, ressaltando a capacidade produtiva dos resíduos, tipos de aparatos para captação de energia proveniente do lixo, além de assuntos relacionados aos catadores, campanha lixo zero e ainda novas perspectivas acerca da temática (MARQUES, 2011). Não possui box explicativo, mas possui várias figuras mostrando pesquisadores, produtos, entre outros.

Inicialmente, o texto retrata dois eventos na cidade de Belo Horizonte que são motivados pelo debate em torno de práticas adequadas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos. Posteriormente, o autor expõe ideia a respeito do Lixo Zero e comentários acerca do assunto. Em seguida, são retratadas pesquisas em torno do tema em outras cidades, e logo depois o texto abrange aspectos dos resíduos sólidos, discutindo sobre seu poder energético.

O texto apresentou apelo inicial à leitura, buscando a atenção do leitor para as pesquisas inovadoras que têm como objetivo minimizar a geração de lixo e a poluição ambiental gerada por seu descarte inadequado. Esse aspecto pode ser verificado no trecho C1, a seguir:

“Pesquisas em BH, Viçosa e Juiz de Fora mostram como a Ciência pode ajudar com soluções inovadoras para minimizar a geração de lixo e a poluição ambiental.” [Trecho C1]

Vários procedimentos explicativos também foram encontrados no texto, como forma de facilitar o entendimento do leitor, constituindo um recurso didático e educativo. Esses aspectos podem ser observados no trecho C2, no qual o autor apresenta explicações, na forma de definição com inserção parentética, de termos como biogás e pirólise, e no trecho C3, por meio da conceituação relacionada ao poder calorífico de um material, como transcritos a seguir:

“A utilização do potencial energético dos resíduos sólidos é possível em processos como biogás (gerado em aterros sanitários e composto de 40 a 55% de metano), pirólise (sistemas térmicos como os reatores) e arco de plasma (forma especial de material gasoso que conduz eletricidade).” [Trecho C2]

“O poder calorífico indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima completa.” [Trecho C3]

Também foi verificada a **atitude de cautela e prudência** em relação aos resultados da pesquisa reportada no TDC. Esse aspecto foi evidenciado em trecho no qual o autor citou a limitação dos resultados da pesquisa em uma cidade, conforme mostra o trecho C4 a seguir:

“Apesar de estarem limitados a um município de Minas, os resultados da pesquisa se constituem em subsídios para a revisão e o fortalecimento de políticas públicas destinadas aos catadores de materiais recicláveis, na medida em que contribuem para reflexões acerca da necessidade de garantir seus direitos de trabalhadores e de cidadania”. [Trecho C4]

O uso de recursos dessa natureza em TDC também foi observado no trabalho de Oliveira (2013) ao analisar artigos da revista *Pesquisa FAPESP*. Segundo a autora, a presença de cautela e prudência ao apresentar os resultados e implicações de uma pesquisa retrata a dinâmica da ciência. Na análise dos TDC, Oliveira (2013) identificou a descrição de algumas hipóteses, dúvidas, incertezas e resultados inesperados que permearam o desenvolvimento das pesquisas, bem como a indicação das limitações das pesquisas.

A atratividade textual foi um recurso adotado no texto “Novos tempos”, como por exemplo em seu subtítulo “Os resíduos têm poder”, dando destaque à relevância do tema em questão e procurando, dessa forma, despertar o interesse do leitor.

Os trechos C5, C6 e C7, a seguir, exemplificam a presença de estratégias discursivas de **interlocução direta com o leitor**, utilizadas no TDC por meio de questionamentos acerca de resíduos orgânicos e Lixo Zero.

“É possível desenvolver um modelo de tratamento de resíduos orgânicos com viabilidade técnica e econômica de disseminação no Brasil, dando um destino correto à maior fração presente nos resíduos urbanos? Luis Felipe Colturato, diretor executivo/CEO da Methanum Resíduo e Energia, empresa de Engenharia focada na recuperação energética de resíduos e efluentes, acredita que sim.”
[Trecho C5]

“Contudo, diminuindo os resíduos e a possibilidade de coleta seletiva, o trabalho dos catadores talvez perdesse o sentido. Em outras palavras, o Lixo Zero não produziria esse efeito colateral de acabar com o trabalho dos catadores? “No Brasil foi criada uma classe que passou a viver dessa ação de catar o lixo”. [Trecho C6]

“Algumas perguntas devem ser feitas quando da opção por geração de energia elétrica através dos RSUs: Como fica a cadeia da reciclagem? Deve-se retirar o resíduo potencialmente reciclável, o qual, geralmente, possui um PCS mais elevado? Como fica a questão do catador? Como aliar a É possível desenvolver um modelo de tratamento de resíduos orgânicos com viabilidade técnica e econômica de disseminação no Brasil, dando um destino correto à maior fração presente questão social, ambiental e econômica?”. [Trecho C7]

Esse recurso incentiva a participação ativa do leitor, levando-o a refletir sobre questões relativas à ciência, ambiente e sociedade. Segundo Zamboni (2001), a estratégia de colocar o leitor como participante no contexto faz com que o mesmo se posicione o em relação ao conteúdo. Além disso, essa categoria provoca suspensão no desenvolvimento do texto.

A recuperação de conhecimentos tácitos foi observada em trechos nos quais o autor relata a relação entre quantidades de resíduos produzidos de acordo com tamanho do município e sua população, conforme destacado no trecho C8 abaixo :

“Os resíduos sólidos urbanos podem vir a ser uma fonte inesgotável de energia, pois estão sendo gerados continuamente. Quanto maior o município e sua população, maior será o seu potencial de geração de energia por meio desses resíduos”. [Trecho C8]

O texto analisado teve predominância de características laicas, pois abrangeu temática atual e contextualizada, retratando a preocupação com a questão do lixo e forma de torná-lo útil para a sociedade. Apresenta também características didáticas, pois contém procedimentos explicativos, recuperação de conhecimentos tácitos, interlocução com o leitor, de forma a torná-lo mais acessível. Procurando ainda despertar curiosidade, motivação e criticidade do leitor acerca do assunto em questão, uma vez que abarca um contexto social relevante.

Assim, de uma forma geral, o texto mostrou potencial didático interessante, uma vez que aborda temática ligada ao cotidiano, dando destaque a aspectos sociais, devido geração enorme de lixo em relação ao tamanho da população, assim como ambientais, pois o lixo pode acarretar danos que podem afetar humanos, plantas e animais, devido a sua má utilização ou descarte em local não apropriado. Abrange ainda questões econômicas, como a possibilidade de geração de energia através do mesmo. Podemos considerar que o texto não apresentou fatores que podem considerá-lo com alto grau de cientificidade.

O conteúdo do texto, destacando a questão da reciclagem de lixo, pode ser articulado ao eixo temático referente aos Materiais e suas Propriedades, descrito no CBC de Química (MINAS GERAIS, 2013), para a primeira série de ensino médio. As questões relativas às substâncias orgânicas presentes nos resíduos e aos aparatos para captação de energia proveniente do lixo, citados no TDC, consistem em conteúdos abordados na terceira série de ensino médio.

- **Texto D: “Radiação UV, sentinelas do clima”**

O texto “Radiação UV, sentinelas do clima” (FERRAZ, 2013) relata os estudos sobre os efeitos da incidência da radiação UV no Brasil e na América do Sul, realizados na UNIFEI por meio de uma pesquisa que reuniu profissionais de diversos campos do conhecimento.

O autor dividiu o texto em quatro tópicos: “Manhãs e mormaços”, no qual explicita investigação sobre a incidência de radiação UV; “Trabalho interdisciplinar”, no qual retrata novos estudos interdisciplinares acerca do tema; “Reconhecimento global”, destacando a abrangência da pesquisa; e “Novas pesquisas”, em que indica o avanço dos estudos nessa área, assim como os melhores métodos de prevenção da radiação UV. O texto tem ainda dois boxes explicativos: um deles conceituando o tipo de radiação envolvido na pesquisa e outro destacando sua área de maior periculosidade.

O TDC apresenta na página inicial o título com letras em destaque. Ao fundo há uma figura com sol e dedos apontados para este. Esses elementos gráficos constituem caráter atrativo ao texto (Figura 5.2). As páginas têm ao fundo cor azul celeste, retratando o céu, demonstrando novamente relação com conteúdo do texto. Tais características representam o apelo inicial à leitura.



Figura 5.2- Imagem representativa da temática radiação, correspondente ao texto “Sentinelas do clima”

Além disso, o texto apresenta impacto do lide, destacado no trecho D1, no qual destaca a temática principal abordada na reportagem – os estudos sobre os efeitos da incidência da radiação – e representa uma forma de chamar a atenção do leitor.

“Pesquisa da Unifei reúne profissionais de diversos campos do conhecimento em investigação sobre os efeitos da incidência da radiação UV no Brasil e na América do Sul.” [Trecho D1]

Os procedimentos explicativos também estão presentes no texto analisado, em trechos no qual o autor descreve aspectos sobre a radiação solar UV e gás ozônio (Trecho D2 e D3), conforme exemplificado a seguir:

“A radiação solar UV caracteriza-se por ondas eletromagnéticas de comprimento situado entre 280 e 400 nanômetros (1 nm = 10⁻⁹m). Ela se subdivide em três categorias: radiação ultravioleta A (UVA, com 315 a 400 nm), B (UVB, 280 a 315 nm) e C (UVC, 200 a 280 nm). O ozônio filtra grande parte da radiação que atravessa a atmosfera da Terra, promovendo absorção total da radiação UVC – tornando seus efeitos desprezíveis – e quase 90% da radiação UVB, fazendo com que os níveis de incidência em superfície sejam muito pequenos, mas suficientes para promover uma série de efeitos fotobiológicos e fotoquímicos significativos”. [Trecho D2]

“Nas regiões tropicais, o conteúdo total do gás ozônio presente na atmosfera é naturalmente menor e esse gás é o responsável pela absorção da maior parte da radiação UV. Além disso, essa é a região com a maior disponibilidade de incidência devido à posição do Sol. Esses fenômenos promovem uma maior penetração de radiação na superfície terrestre”.[Trecho D3]

Esse detalhamento tem o intuito de informar o leitor acerca de conceitos centrais do texto, assumindo que este não esteja familiarizado com termos científicos. Tais procedimentos são necessários, uma vez que a linguagem científica precisa ser adquirida no aprendizado em Ciências (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

A presença de algumas **definições** também tornou o texto mais acessível. As definições, segundo Zamboni (2001), têm função explicitadora, aparecendo, por exemplo, por meio de inserção parentética, conforme trecho D4 abaixo:

”Outra significativa constatação da pesquisa diz respeito aos efeitos produzidos pela presença de nebulosidade (formação de nuvens) e de aerossóis atmosféricos (dispersão de partículas no ar)”. [Trecho D4]

A busca de credibilidade é outra característica observada nesse TDC, verificada por meio da citação da participação do INPE, órgão especialista e conceituado no assunto, o qual foi responsável pelas análises relacionadas aos fenômenos atmosféricos. Tal informação pode proporcionar grau de confiabilidade na referida pesquisa, conforme observado no trecho D5:

“Em seguida, o estudo foi desenvolvido em associação com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), processo que conferiu alto grau de excelência à investigação, devido à expertise do Inpe no campo dos fenômenos atmosféricos.” [Trecho D5]

Também foi observada outra estratégia para envolver o leitor em um box explicativo, cujo título apresenta uma interrogativa, “Mas que radiação é essa?”, a qual constitui também uma característica discursiva de interlocução direta com o leitor. De acordo com Freire e Massarani (2012), as perguntas são formas de diálogo com o leitor, com a intenção de aproximá-lo e de incluí-lo discursivamente no texto.

O texto apresentou equilíbrio entre características laicas e didáticas. É laico por abordar temática atual e contextualizada, envolvendo assuntos como efeito estufa, aquecimento global, incidência de radiações, que estão ligados diretamente com o cotidiano

do leitor. Mostrou-se didático pela presença de procedimentos explicativos e definições, acerca dos tipos de radiações, e de uma linguagem acessível. Apresentou ainda alguns aspectos de cientificidade como alguns procedimentos de pesquisa e a importância da credibilidade dentro da ciência. Por outro lado, não apresentou questionamento da metodologia empregada.

A temática abordada no TDC analisado, referente à energia, consta no conteúdo da segunda série do ensino médio, de acordo com CBC de Química (MINAS GERAIS, 2013), no eixo temático Energia, mais especificamente na Energia Envolvida nas Transformações dos Materiais, no qual estão relacionados fenômenos de efeito estufa e de aquecimento global.

- **Texto E: “H2Omem, a fórmula da contaminação”**

O texto E aborda uma pesquisa que buscou diagnosticar microcontaminantes lançados, por ação humana, nas águas da bacia do Rio Doce (GONÇALVES, 2013). Esse TDC é iniciado com poema relacionado à água, no qual se fala da pureza desse líquido. Em seguida, o autor comenta sobre as agressões sofridas pelos ambientes aquáticos, o que geram danos ambientais. Faz-se, então, a descrição da pesquisa sobre a presença de microcontaminantes e a qualidade das águas da bacia do Rio Doce. Tem três boxes explicativos, citando a criação de órgãos em defesa da água e explicando problemas de contaminantes.

Na página inicial apresenta, abaixo do título, a ideia central da pesquisa: “Estudiosos da UFOP realizam detalhado diagnóstico dos microcontaminantes lançados, por ação humana, nas águas da bacia do Rio Doce”. Esse trecho evidencia o uso de estratégia discursiva de apelo inicial à leitura. O texto possui também como recurso atrativo o próprio título “H2Omem, a fórmula da contaminação”, o qual retrata a temática com a mescla homem e contaminação.

Procedimentos explicativos foram identificados, como por exemplo na apresentação de características e classificações dos microcontaminantes como forma de facilitar o entendimento do texto, tornando-o mais acessível ao leitor, conforme observado no trecho E1:

“Os microcontaminantes capazes de interferir no sistema endócrino na vida animal e de seres humanos denominam-se perturbadores endócrinos. Eles são classificados numa série de grupos de compostos orgânicos, com grande potencial tóxico, podendo ser naturais – produzido por plantas – ou sintéticos, como aditivos alimentares, agrotóxicos, cosméticos e pílulas anticoncepcionais.” [Trecho E1]

Portanto, as explicações norteiam o leitor, no sentido de possibilitar aprendizagem de conceitos, propiciando o acompanhamento de ideias relatadas no respectivo texto.

A busca de credibilidade foi empregada no TDC por meio da descrição das parcerias entre instituições de ensino na realização da pesquisa, além da participação de órgão de fomento, objetivando alicerçar o caráter científico e a relevância do estudo, como podemos observar no trecho E2:

“A partir da proposta, criou-se a Rede de Monitoramento e Pesquisa das Águas do Rio Doce, que conta com intercâmbio entre a Ufop e a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Já concluído, o projeto integra uma série de investigações, iniciada em meados da década de 1990, que conta com financiamento de diversos órgãos de pesquisas, entre os quais, a FAPEMIG”. [Trecho E2]

A recuperação de conhecimentos tácitos também foi identificada no texto, em trechos, por exemplo, no qual o autor relata atuação do homem em ambientes aquáticos, destacando conhecimento que não são mais sujeitos a contestação ou definição. A presença desses conhecimentos indica possíveis representações acerca do leitor que figuram no imaginário do enunciador, como observado no trecho E3:

“Afim, apesar de já tida como fonte inesgotável, a água sofre, há séculos, uma série de ações nocivas por parte do homem”. [Trecho E3]

O conteúdo abordado nesse TDC possibilita uma reflexão acerca da temática ambiental, com estudos realizados em uma importante bacia hidrográfica. Portanto, o texto tem predominantemente características laicas, por mostrar uma temática atual e contextualizada, referindo-se à questão da poluição aquática. Apresenta ainda características didáticas, pois apresenta explicações e boxes explicativos acerca do tema, assim como informações referentes a uma importante bacia hidrográfica, recuperação de conhecimentos tácitos e definições de caráter conceituais. O TDC não apresentou termos científicos mais abrangentes, nem alta densidade discursiva, assim como não apresentou atitude de cautela e prudência diante dos resultados, nem questionamento da metodologia empregada.

O tema abordado no texto pode ser encaixado no eixo temático dos Materiais e suas Propriedades, que de acordo com o CBC de Química do estado de Minas Gerais, está inserido no currículo da primeira série do ensino médio. O estudo desse eixo temático possibilita o desenvolvimento de habilidades como: reconhecer a origem e ocorrência de materiais,

identificar os materiais mais abundantes no planeta, bem como perceberem a diversidade de usos dos materiais e suas consequências ambientais, principalmente relacionadas ao aquecimento global.

- **Texto F: “Energia limpa e do bem”**

O texto F, “Energia limpa e do bem” (BRITO, 2013), também abordou temática ambiental, relatando estudos sobre a produção de um combustível alternativo mais eficiente e menos poluente, por meio da adição de hidrogênio ao etanol e ao óleo diesel. O texto iniciou com histórico relacionado aos efeitos ambientais da Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII. Em seguida, retratou a preocupação dos países desenvolvidos em diminuir a emissão de poluentes. Posteriormente descreveu a pesquisa principal abordada na reportagem.

A busca pela atratividade é forma encontrada no texto, sendo identificada principalmente pelo uso de imagem com o intuito de despertar a atenção e interesse do leitor (Figura 5.3), a qual retrata o tema central do TDC que é o combustível



Figura 5.3- Imagem referente à temática combustíveis, abordada no texto “Energia limpa e do bem.

O apelo inicial à leitura pode ser observado, por exemplo, por meio de impacto visual ou das informações presentes no sumário que expõem a proposta da pesquisa reportada no TDC, a produção de um combustível mais eficiente e menos poluente, conforme mostra o trecho F1:

“Pesquisadores da PUC Minas misturam hidrogênio óleo diesel e ao etanol para produção de combustíveis mais eficientes e, ao mesmo tempo, menos poluentes”. [Trecho F1]

Percebe-se, portanto, que algumas informações relevantes para o cotidiano do leitor são colocadas em destaque de modo a estimular sua leitura.

Uma característica que identifica traço de didaticidade no texto de divulgação é a presença de procedimentos explicativos, no qual um dos interlocutores assume a posição de detentor do saber, mas vislumbrando o compartilhamento do mesmo por parte do destinatário. Esses aspectos foram observados nos trechos F2 e F3, com explanações sobre, respectivamente, o hidrogênio e geradores:

“Do ponto de vista técnico, o hidrogênio possui grande capacidade de armazenar energia. Por essa razão, é utilizado como combustível de propulsão de foguetes e de cápsulas espaciais. Em seu estado natural, e em condições normais, o elemento químico é um gás incolor, inodoro e insípido”. [Trecho F2]

“Sodré explica que isso se verificou porque, no gerador de energia, não há aumento nem redução da velocidade no motor. Afinal, ele opera em frequência única, e, de acordo com a demanda de energia elétrica, seria exigida quantidade elevada de combustível”. [Trecho F3]

Os trechos F4 e F5 apresentam uma série de frases interrogativas que caracterizam estratégia de interlocução direta com o leitor, a qual objetiva sua participação mais ativa, com questionamento acerca da possível existência de um combustível renovável, inesgotável, procurando envolvê-lo ao longo da leitura:

“Qual a possibilidade, porém, de existir um combustível de fonte renovável, inesgotável e, ainda por cima, não poluente capaz de representar benefícios a todos? Curioso pensar que esse produto já existe e é chamado, por muitos, de “combustível do futuro”. Trata-se do Hidrogênio, elemento químico que merece tal título por suas características únicas”. [Trecho F4]

“Contudo, o que aconteceria se esse mesmo hidrogênio fosse utilizado, como aditivo, para queima de óleo diesel?” [Trecho F5]

A busca de credibilidade foi verificada no texto quando o autor descreve as publicações decorrentes do estudo realizado, conforme observado no trecho F6:

“Além de render excelentes resultados, a pesquisa se desdobrou em cinco dissertações de mestrado, além de dois artigos em periódicos internacionais e de um sistema de injeção de hidrogênio, já em processo de patenteamento”. [Trecho F6]

A credibilidade de uma determinada pesquisa ou assunto pode ser obtida pelo uso de argumentos de autoridade, como forma a fazer o leitor acreditar no discurso da ciência. No caso da pesquisa relatada no TDC, deu-se destaque à produção do trabalho de mestrado dela decorrente, além de publicações internacionais e pedido de patentes. De acordo com Oliveira (2013), em estudo sobre a revista *Pesquisa FAPESP*, o trabalho de muitos pesquisadores depende da percepção pública da ciência, daí as publicações se tornam importantes para que tenham credibilidade.

A recuperação de conhecimentos tácitos foi outra característica do discurso da divulgação identificada no referido texto, como exemplo, a menção à Revolução Industrial, conforme trecho F7:

“Nos últimos séculos, a humanidade enfrentou diversas mudanças, que culminaram com sua evolução intelectual, social e econômica. Uma das principais revoluções já vividas pelo homem, ocorrida na Inglaterra do século XVIII – período marcado pela evolução das máquinas e dos sistemas de transporte –, criou uma burguesia industrial sedenta por lucros e custos diminutos”. [Trecho F7]

De acordo com as características identificadas no texto, podemos inferir que o texto analisado apresentou grau de cientificidade, pela descrição de publicações, orientações e patentes (práticas do funcionamento da ciência), bem como a menção a procedimentos de pesquisa. O referido texto apresentou também aspectos de didaticidade, por meio da presença de procedimentos explicativos, atratividade, recuperação de conhecimentos tácitos relacionados à temática, propiciando, assim, aproximação com o leitor. Também apresentou características de laicidade, com a abordagem de uma temática atual e contextualizada: a produção de combustível alternativo, um assunto que tem relevância para o leitor e estabelece relações com aspectos econômicos, sociais e ambientais.

O assunto abordado no TDC pode ser articulado ao conteúdo do CBC de Química (MINAS GERAIS, 2013), correspondente à segunda série do ensino médio, no eixo temático

Energia. Pode ser abordado mais especificamente ao tema A Energia Envolvida nas Transformações dos Materiais, conteúdo proposto para o terceiro ano do ensino médio. Portanto, o texto pode ser trabalhado junto aos conteúdos das segundas e terceiras séries do ensino médio, proporcionando diversificação de atividades diante de tais temas. De acordo com o CBC, a temática apresentada é importante para que os estudantes sejam capazes de relacionar aspectos do uso industrial e sociais dos derivados de petróleo com os impactos ambientais, saber que reações de combustão e queima de combustíveis fósseis liberam energia, bem como conhecer as fórmulas de alguns combustíveis mais comuns, como os hidrocarbonetos e álcool.

- **Texto G: “Patrulheiras Antipoluição”**

O texto G abordou um estudo sobre tipos de plantas com potencial descontaminante frente a metais (FONSECA, 2014). Seu título, “Patrulheiras Antipoluição”, com letras esverdeadas e em formato de plantas, bem como o sumário do artigo, “Pesquisadores da Universidade Federal de Lavras testam plantas aquáticas capazes de construir biofiltro para eliminação de metais tóxicos”, expõem a ideia central do texto. Esses recursos buscam atrair o leitor e indicar a temática abordada no texto.

O texto possui dois tópicos, um deles indicando o processo da pesquisa relatada, o outro citando perspectivas promissoras para o estudo. Existem dois boxes explicativos, um conceituando fitorremediação, outro citando características de determinados metais. Apresenta também duas ilustrações, uma representando plantas aquáticas em um recipiente (figura 5.4) e outra indicando as plantas envolvidas na pesquisa (Figura 5.5).



Figura 5.4- Imagens de plantas aquáticas despoluidoras referentes ao texto “Patrulheiras Antipoluição”



Figura 5.5- Imagens das plantas utilizadas na pesquisa do texto “Patrulheiras Antipoluição”

Assim, verificamos que o texto apresentou apelo inicial à leitura, que segundo Zamboni, pode ser observado por meio de impacto visual, cujo objetivo é atrair o leitor. No texto, foi possível observar aspecto dessa natureza por meio de destaque dado pelo autor no subtítulo do artigo (chamada) para o estudo de “aquáticas capazes de construir biofiltros para eliminação de metais tóxicos”, já citada anteriormente. Também pode ser considerado um apelo à leitura, títulos de seções, boxe ou figuras compõem o artigo, como: “Boas perspectivas”, “Pesados e perigosos” e “Plantas aliadas”.

No texto, também foram encontrados procedimentos explicativos, que lhe conferem caráter de didaticidade, conforme exemplificado em um trecho no qual o autor apresenta uma explicação referente à classe de plantas estudadas na pesquisa (Trecho G1):

“Macrófitas aquáticas são plantas que, ao longo de sua evolução, retornaram do meio terrestre para o aquático. Tais espécies podem se enraizar no solo sob a água ou flutuar na superfície”. [Trecho G1]

A recuperação de conhecimentos tácitos também se fez presente no texto, como, por exemplo, na explanação referente a alguns aspectos específicos do estado de Minas Gerais, conforme destacado no trecho G3:

“Minas Gerais é um estado extenso, com diferentes tipos de ambientes e atividades humanas que podem favorecer a presença de metais pesados”. [Trecho G3]

A atitude de cautela e prudência também foi adotada pelo autor em uma parte do texto no qual ressalta que a aplicação da proposta em grandes sistemas ainda carece de novos estudos, conforme indicado no trecho G4:

“O pesquisador ressalva, porém, que a aplicação em grandes sistemas, com volumes maiores de solução contaminada por resíduos, ainda deve ser avaliada”. [Trecho G4]

O texto, como um todo, apresentou predominantemente caráter didático, devido explicações, recuperação de conhecimentos tácitos, definições, principalmente conceituais. Abrangeu caráter de laicidade quando apresentou aspectos relacionados ao cotidiano do leitor, relacionados às plantas e poluição aquática. O texto não possuiu alta densidade discursiva, nem segmentação de informação, tornando assim sua linguagem acessível.

O conteúdo abordado no texto pode ser articulado ao eixo temático Materiais e suas Propriedades, apresentado pelo CBC de Química do estado de Minas Gerais. Abrange também os Conteúdos Complementares, na parte que se refere ao estudo das substâncias metálicas, cujo objetivo é propiciar aos estudantes o reconhecimento das substâncias metálicas por meio de suas propriedades e usos.

Cabe ainda destacar que neste texto foi apresentada uma abordagem interdisciplinar, entre a Biologia, com estudo e características das plantas, a Química, com identificação de metais pesados e a Geografia, com a descrição de alguns tipos de solos em que certos metais podem ser encontrados.

- **Texto H: “Cheiroso e ecológico”**

O texto “Cheiroso e ecológico” (MANTOVANI, 2014) relata um estudo sobre o desenvolvimento de sabão com propriedades medicinais a partir da reutilização do óleo de cozinha e da combinação com plantas de ação farmacológica. A pesquisa coordenada pela professora Marisa Alves Nogueira Diaz, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), busca produzir sabão e sabonetes medicinais a partir de óleo residual, aliado à existência de propriedades farmacológicas pesticidas em extratos de plantas da região de Viçosa (MG). A última parte do texto é constituída pela receita do sabão e sua divulgação à sociedade.

Na página inicial, além do título, foi exposto o sumário com a ideia principal do texto, “pesquisadora desenvolve sabão com propriedades medicinais a partir da reutilização do óleo de cozinha e da combinação com plantas de ação farmacológica”, constituindo o impacto do lide, considerado também como apelo inicial à leitura. Por meio dessa apresentação, nota-se que o autor buscou claramente atrair o leitor. Outra estratégia para atrair a atenção do leitor pode ser verificada com o uso da imagem presente na página inicial (figura 5.6).

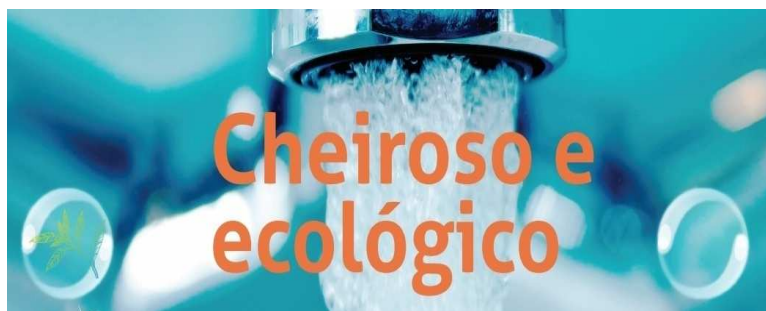


Figura 5.6- Imagem referente à temática do texto “Cheiroso e ecológico”

Os procedimentos explicativos também foram observados no texto, como exemplo, temos a explicação relacionada à consequência do descarte de óleo em ambientes aquáticos, exposto no trecho H1:

“Importante ressaltar, ainda, que o óleo chega intacto aos rios e às represas, fica na superfície da água e pode impedir a entrada de luz – elemento que alimenta o fitoplâncton, conjunto de organismos essenciais à cadeia alimentar aquática”. [Trecho H1]

A busca de credibilidade foi utilizada no TDC, por meio da fala de pessoas que colaboraram com a pesquisa, legitimando caráter científico do estudo como forma de conduzir o leitor acreditar no discurso da ciência. Além disso, o texto fez menção à geração de patentes e produção de trabalhos acadêmicos, conforme mostra o trecho H2:

“A proposta era pesquisar plantas medicinais com atividade antimicrobiana e incorporá-las ao óleo vegetal residual. ‘Deu tão certo que trocamos o óleo residual pelo de macaúba e desenvolvemos um sabonete a partir da planta aquática que pesquisávamos à época. O processo foi patenteado, além de ter gerado trabalhos acadêmicos’.” [Trecho H2]

A recuperação de conhecimentos tácitos foi utilizada no texto por meio da explanação sobre a questão do descarte do óleo de cozinha, de acordo com o trecho H3:

“De acordo com a pesquisadora, o descarte do óleo usado na cozinha é um grave problema ambiental, especialmente, no Brasil. Caso o material seja despejado nas pias de cozinhas, ainda que ocorra o processo de tratamento de esgoto, parte do líquido permanece retida no encanamento, de modo a atrair diversos tipos de pragas, além de contribuir para enchentes”. [Trecho H3]

A interlocução com o leitor, característica também identificada no texto, tendo a intenção de simular um diálogo entre o autor e leitor, foi observada por meio da pergunta relacionada ao produto principal da pesquisa, conforme destacado no trecho H4:

“E aí, quer produzir seu próprio sabão?” [TrechoH4]

Por meio da análise realizada quanto às características discursivas, percebemos de uma forma geral, que o texto apresentou caráter didático, pois envolveu explicações, recuperação de conhecimentos tácitos, interlocução com o leitor, além de definições de caráter conceituais. Apresentou também caráter de laico, pois o TDC foi contextualizado, uma vez que deu destaque a aspecto ambiental, envolvendo a fabricação de sabão medicinal obtido com plantas, além de caráter social, já que o produto se mostra relevante e interessante para determinada comunidade. O texto não apresentou questionamento da metodologia empregada, nem presença marcante de conceitos científicos, conferindo maior acessibilidade aos leitores.

A temática no texto “Cheiroso e ecológico” se encaixa no conteúdo referente à terceira série do ensino médio, de acordo com o CBC de Química, no eixo temático dos Materiais: Principais grupos de substâncias orgânicas, no caso especificamente, a substância em questão é o sabão. O estudo dessa temática favorece o desenvolvimento de habilidades como reconhecer sabões e detergentes mais comuns, identificar as fórmulas estruturais de sabões e detergentes mais comuns, assim como saber relacionar a ação de sabões com as propriedades dos grupos funcionais presentes em suas estruturas, considerando as interações intermoleculares.

• **Texto I: “Cinza em tom de verde”**

O texto I “Cinza em tom de verde” relata um estudo sobre reutilização de água em aeroportos, propiciando ganhos financeiros e ambientais (FONSECA, 2011). A autora iniciou o texto alertando para a questão da economia de água, por meio da explicação sobre a seca da

principal nascente do Rio São Francisco, na Serra da Canastra. Em seguida, comenta sobre a iniciativa do projeto de pesquisa em prol de um sistema de reutilização de água em aeroporto. Logo, um boxe explicativo referente ao tipo de água a ser utilizada no projeto em questão. Posteriormente foi explicado o projeto piloto em questão com a utilização da chamada “água cinza”.

Inicialmente apresenta caráter atrativo, com o título “Cinza em tom de verde”. Posteriormente, o impacto do lide (trecho I1), podendo ser considerado também como apelo inicial à leitura, alertando os leitores em relação a uma proposta de reutilização da água em aeroportos:

“Estudo atesta benefícios financeiros e ambientais da reutilização de água em aeroportos.” [Trecho I1]

No intuito de auxiliar o leitor na compreensão de termos abordados no texto, o texto apresenta procedimentos explicativos, como, por exemplo, a definição do termo “água cinza” (trecho I2), a qual é exposta em um boxe explicativo, procurando:

“Efluentes domésticos procedentes de pias, chuveiros, lavanderias, lavagem de pisos, dentre outros, com exceção de efluentes de vasos sanitários. Devido à elevada carga orgânica, certos autores também excluem líquidos provenientes de pias de cozinha”. [Trecho I2]

A busca de credibilidade foi utilizada no TDC em trecho no qual o autor cita os profissionais envolvidos na pesquisa, sua instituição, bem como trabalho de mestrado associado ao estudo, legitimando, dessa forma, seu caráter científico, conforme mostrado no trecho I3:

“Conduzida pela professora Maria Lúcia Calijuri, do Departamento de Engenharia Civil, e pelo engenheiro ambiental Eduardo de Aguiar do Couto, então aluno de mestrado, a pesquisa teve como cenário o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Confins, na Região Metropolitana de Belo Horizonte”. [Trecho I3]

A recuperação de conhecimentos tácitos foi observada no TDC em explanação sobre os tipos de ambientes que não requerem o uso de água potável, conforme indicada no trecho I4, a seguir:

“Manutenção de áreas verdes, lavagem de pisos, pátios e veículos, utilização em sistemas de ar condicionado e acionamento de descargas de sanitários estão entre as demandas que não requerem água potável no atendimento.” [Trecho I4]

O texto apresentou em sua maior parte características de didaticidade, como por exemplo os procedimentos explicativos relacionados ao projeto em questão, definições acerca do tipo de efluente citado. Apresentou também laicidade, uma vez que a temática é atual, retratando processo de reutilização de água, e contextualizada, abrangendo aspectos sociais, econômicos e ambientais.

A temática abordada no texto pode ser articulada ao conteúdo da primeira série de ensino médio, no eixo temático dos Materiais e suas Propriedades. Esse eixo tem como objetivo propiciar o desenvolvimento de habilidades como: reconhecer a origem e ocorrência de materiais, identificar os materiais mais abundantes no planeta, apontar a diversidade de usos dos materiais e suas consequências ambientais. No caso específico do texto, a proposta de reutilização da água, com o chamado tratamento da “Água cinza” se articula com o conteúdo do CBC de Química, pois essa idéia estabelece conexão com o uso da água e possíveis consequências ambientais. Por ser um tema amplo, pode ser aplicado também nas segundas e terceiras séries do ensino médio (MINAS GERAIS, 2013).

- **Texto J: “Nada se perde, mesmo!”**

O texto J “Nada se perde, mesmo!” relatou um projeto para recuperação de metais nobres do lixo eletrônico no intuito de diminuir impacto ambiental e promover seu reuso na indústria (MANTOVANI, 2015). O título do texto está em forma de exclamação, “Nada se perde, mesmo!”, demonstrando um caráter atrativo.

O texto foi iniciado esboçando a questão do descarte de equipamentos eletrônicos, o que aumenta consideravelmente o chamado lixo eletrônico. Esse tipo de lixo é constituído de metais, muitos deles prejudiciais à saúde. Posteriormente, a autora relata recuperação de metais, por meio de técnicas de redução eletroquímica/precipitação e de extração por solventes.

O apelo inicial à leitura foi observado no sumário da notícia (impacto do lide), como forma a despertar e envolver o leitor em relação ao assunto abordado no TDC, conforme demonstrado no trecho J1:

“Projeto propõe recuperação de metais nobres do lixo eletrônico para diminuir impacto ambiental e promover reuso na indústria”. [Trecho J1]

Procedimentos explicativos também estão presentes no texto, como forma de facilitar o entendimento do leitor acerca dos conceitos adotados na pesquisa. Um exemplo de recurso dessa natureza é a explicação sobre a composição de alguns materiais presentes no lixo eletrônico, conforme mostra o trecho J2:

“Dentre os efeitos nocivos do descarte “desordenado” de eletrônicos (e-waste), destacam-se os impactos produzidos no meio ambiente, pois, na composição de vários dos materiais, estão presentes metais prejudiciais à saúde, como chumbo e cádmio.” [Trecho J2]

Outra característica, procurando tornar o texto mais acessível e propiciar maior envolvimento do leitor, é a interlocução com o leitor, a qual aparece em um trecho no qual faz-se um questionamento acerca do destino do lixo nosso de cada dia (trecho J3):

“Além de suscitar questões relativas ao consumo excessivo, o cenário acima descrito põe em pauta a discussão em torno do lixo eletrônico: para onde vai tudo aquilo que não nos serve mais?” [Trecho J3]

A busca de credibilidade foi verificada em um trecho no qual se menciona o nível de ensino do pesquisador e sua instituição (trecho J4). Além disso, o TDC destaca o órgão patrocinador da pesquisa, objetivando valorizar a temática e legitimar o caráter científico da pesquisa (trecho J5):

“O pesquisador conta que o interesse pelo tema surgiu à época de seu doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas, realizado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).” [Trecho J4]

“No projeto “Recuperação de metais nobres de sucata eletrônica, com ênfase na recuperação de Eu, Y, In e Zn”, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e pela FAPEMIG, o processo de coleta, segundo Carlos Antônio de Moraes, exigiu esforço hercúleo”. [Trecho J5]

A recuperação de conhecimentos tácitos também foi identificada no texto, como ao ressaltar a rápida substituição dos equipamentos eletrônicos na sociedade atual, conforme mostra o trecho J6:

“No contexto das populações urbanas, pode-se dizer que os equipamentos eletroeletrônicos estão integrados ao cotidiano de maneira bastante orgânica. Na relação com tais objetos, chama a atenção o fato de que, com o passar dos anos, eles são substituídos em intervalos cada vez mais curtos.” [Trecho J6]

O texto possui equilíbrio de características de didaticidade, pois apresentou vários procedimentos explicativos, referentes aos metais, por exemplo, recuperação de conhecimentos tácitos, e características de laicidade, devido abrangência social e ambiental do tema.

A temática faz parte do conteúdo da primeira série do ensino médio, no eixo temático Materiais e suas Propriedades. Esse eixo favorece o desenvolvimento de habilidades como: reconhecer a origem e ocorrência de materiais, identificar os mais abundantes no planeta, relacioná-los à constituição dos seres vivos, assim como relacionar as propriedades dos materiais, no caso os metais, aos seus usos, degradação e reaproveitamento, e até mesmo consequências ambientais provocadas em determinadas situações. Essa temática também está presente nos Conteúdos Complementares, como aprofundamento, sendo tópico destinado ao estudo das substâncias metálicas, que favorecer habilidades como: reconhecer substâncias metálicas por meio de suas propriedades e usos, bem como saber exemplificar as mais importantes, como ferro, cobre, zinco, alumínio, magnésio, ouro, prata, titânio, estanho, platina e suas propriedades.

A análise geral dos textos revelou com os aspectos de didaticidade e laicidade estão fortemente presentes na revista *Minas Faz Ciência*. Esse dado é importante no sentido de apontar algumas possibilidades de uso desse material no contexto educacional. Assim, considerando a presença de aspectos de didaticidade (como o amplo uso de procedimentos explicativos), os textos podem ser usados em sala de aula para se trabalhar objetivos conceituais, explorando definições e conhecimentos específicos da ciência. A presença de laicidade permite que os textos dessa revista possam ser usados para se trabalhar objetivos procedimentais e atitudinais, de forma contextualizada com questões atuais e pertinentes para o educando.

Dessa forma, considerando a análise realizada desses textos, suas potencialidades didáticas e possibilidades de articulação com o currículo de química no ensino médio, alguns deles foram selecionados para a elaboração de sequências didáticas, conforme descrito no tópico a seguir.

5.2 Elaboração de sequências didáticas

Uma vez identificadas tais potencialidades dos TDC da revista *Minas Faz Ciência*, este estudo também teve como objetivo elaborar sequências didáticas para a sala de aula de química, envolvendo o uso de textos da referida revista, por meio de diferentes estratégias. As estratégias didáticas propostas para tais sequências didáticas foram inspiradas em algumas das atividades pautadas no uso de TDC descritas em em nossa revisão bibliográfica. Tais sequências constituíram-se no Produto Final dessa dissertação e estão apresentadas no Apêndice A.

Assim, após a análise dos textos, alguns deles foram selecionados para elaboração das sequências didáticas, sobretudo aqueles cujos conteúdos pudessem ser facilmente adequados ao Conteúdo Básico Comum (CBC) proposto pela Secretaria de Educação do estado de Minas Gerais (SEE-MG).

Os textos selecionados foram: “Fácil, barato e necessário” (texto A); “Água limpa de verdade” (texto B); “H₂Omem, a fórmula da contaminação” (texto E); “Energia limpa e do bem” (Texto F); “Patrulheiras Antipoluição” (texto G); “Nada se perde, mesmo!” (texto I).

Foram selecionados textos cujas reportagens abordaram temas relacionados à química, envolvendo aspectos científicos, tecnológicos, sociais, econômicos, ambientais, que apresentam situações ou conteúdos relevantes no cotidiano dos alunos, de uma maneira contextualizada e didática. As temáticas envolvidas, água, energia e metais, são assuntos pertinentes às exigências de competências e habilidades requeridas aos estudantes, de acordo com o CBC, tornando interessantes e úteis para elaboração das sequências didáticas propostas.

Os textos A, B e E têm como temática **Água**, abordando questões diferentes: o texto A relata um tratamento de água alternativo com garrafa PET; o texto B aborda o tratamento de água com ozônio; e o texto E aborda a investigação de contaminantes em importante bacia hidrográfica.

O texto F retratou a temática **Energia**, focando a produção e uso de combustível alternativo menos poluente. Foi escolhido por envolver assunto de relevância ambiental e social. A abordagem dessa temática por meio do TDC selecionado pode propiciar visão ampla e crítica em relação à poluição ambiental, efeito estufa, combustíveis alternativos etc. Além disso, pode favorecer a abordagem de conceitos relacionados ao petróleo, etanol, hidrogênio, óleo diesel, em meio ao assunto das Funções Orgânicas, assim como possibilita discussões,

reflexões, acerca de possíveis impactos causados pela queima de combustíveis fósseis e da utilização de energia limpa.

Os textos G e I trazem como temática, os **metais**, relatando aspectos diferentes. Um dos textos retrata a questão da reciclagem de metais que constituem o lixo eletrônico e o outro mostra poluição ambiental aquática proporcionado pelos mesmos. Tais textos favorecem a abordagem de assunto concernente à reciclagem e tratamento de materiais, sendo assuntos intrinsecamente ligados aos interesses do CBC.

Assim, foram elaboradas três sequências didáticas, cujos temas são: “Metais e o cotidiano”, “Combustíveis alternativos” e “Água”.

Cabe lembrar que para a sua elaboração foram delineados o público-alvo, objetivos de ensino, as estratégias utilizadas, os recursos necessários e as formas de avaliação. Essas questões foram pensadas de forma que as propostas apresentadas em cada uma delas possam ser úteis para utilização no ambiente educacional, mais precisamente em sala de aula de Química.

Para a sequência didática “Metais e o Meio Ambiente” as estratégias de ensino utilizadas sugeridas foram: aula expositiva dialogada; aplicação de questionário; apresentação e discussão de vídeos; elaboração de relatórios; leitura individual de textos; e elaboração de perguntas pelos estudantes.

A aplicação de questionário tem como finalidade diagnosticar e avaliar a atividade proposta. Rocha e Nicodemo (2013), por exemplo, relataram o uso dessa estratégia para identificação dos conhecimentos prévios sobre os temas abordados em TDC, bem como para acompanhar a aprendizagem dos alunos e seu desempenho nas atividades aplicadas.

Cirne e Costa (2011) também analisaram a atividade desenvolvida utilizando questionários, para investigação dos conhecimentos prévios e para avaliação da aquisição de conhecimentos acerca do respectivo assunto proposto.

A apresentação dos vídeos objetiva reflexão e conscientização em relação às questões ambientais e sociais ligadas aos usos dos metais no cotidiano. A avaliação das atividades também pode ser realizada com base nos relatórios sobre os vídeos e na lista de perguntas elaboradas a partir da leitura dos TDC.

Os mesmos possibilitam aos estudantes conhecerem o uso de plantas em processos de despoluição de ambientes aquáticos contaminados por metais, assim como identificar forma de reuso de metais em lixo eletrônico.

A elaboração de perguntas pelos alunos objetiva desenvolver a escrita e interpretação de textos, bem como possibilita aprendizagem de conceitos relacionados ao tema. Essa

estratégia foi pautada no trabalho de Silva e Kawamura (2001) que usaram TDC para abordagem do tema luz e em seguida solicitaram aos alunos que elaborassem questões sobre o texto trabalhado em sala de aula. Segundo as autoras, o ato de perguntar possui valor pedagógico inestimável, possibilitando aos alunos motivação, assim como desequilíbrios em suas estruturas cognitivas, e até mesmo possibilidades de reestruturação das mesmas.

Para a sequência didática “Combustíveis Alternativos”, as estratégias de ensino adotadas foram: aula expositiva dialogada; apresentação de vídeos; leitura do TDC “Energia limpa e do bem”; elaboração de perguntas; e questionários.

A apresentação de vídeos procura relacionar aspectos do uso dos derivados de petróleo com os impactos ambientais e sociais, assim como o TDC proposto expõe combustível alternativo que procura minimizar danos ambientais.

A elaboração de perguntas pelos alunos também estimula os alunos a estabelecer relações de suas interpretações sobre o tema com o conteúdo apresentado no TDC. Além disso, essa estratégia possibilita ao professor conhecer quais aspectos mais chamaram a atenção dos alunos, diagnosticar dúvidas e discuti-las com a turma.

Para a sequência didática “Água”, as estratégias de ensino propostas foram: aula expositiva dialogada; apresentação de músicas e documentários acerca do tema; leitura dos três textos de divulgação científica; elaboração de perguntas; confecção de cartazes.

Pinto Cirne e Costa (2011), também associaram apresentação de vídeos, músicas aliadas à aula expositiva dialogada para complementação da discussão dos conteúdos abordados nos TDC.

A leitura dos TDC selecionados para essa sequência propicia desenvolvimento de habilidades de leitura e interpretação de textos, além de apresentar aos alunos conhecimentos acerca de processos alternativos para o tratamento da água com ozônio, garrafas PET e reuso da mesma.

Tomando como base a seleção e análise dos TDC da *revista Minas Faz Ciência*, vem como a escolha das estratégias didáticas propostas para as sequências didáticas elaboradas, acreditamos que esse material possa contribuir para uma aprendizagem significativa de questões importantes que envolvam o conhecimento químico e suas relações com aspectos sociais, econômicos e ambientais. Além disso, as propostas de sequências didáticas visam ainda desenvolver habilidades importantes ao educando, como a leitura, interpretação, capacidade de escrita e discussão em grupo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância do texto de divulgação científica para a educação em ciências e a necessidade de trabalhos que busquem avaliar o potencial didático do mesmo, nossa pesquisa fundamentou-se na análise das características discursivas e nas potencialidades didáticas de textos de divulgação científica para área de química publicados na revista *Minas Faz Ciência*, uma importante revista de divulgação científica do estado de Minas Gerais que divulga pesquisas científicas de instituições mineiras, configurando-se em um veículo de divulgação da ciência no Estado.

Antes de nos debruçarmos sobre a análise de textos da referida revista, realizamos inicialmente uma revisão bibliográfica, na qual procuramos mapear trabalhos nacionais, publicados em congresso e em revistas da área de ensino de ciências, que reportassem atividades didáticas pautadas no uso de TDC em sala de aula. Foram constatados os seguintes cenários.

A maioria das atividades com TDC ocorreu na escola pública e na disciplina Física. Não foram observados trabalhos dessa natureza desenvolvidos na sala de aula de química, o que revela uma lacuna a ser preenchida no campo da pesquisa em educação em ciência.

Os textos de revistas de divulgação científica mais utilizados foram a *Ciência Hoje* e *Superinteressante*, evidenciando que a revista *Minas Faz Ciência* ainda não tem sido explorada em estudos envolvendo seu uso em sala de aula.

Além disso, os objetivos mais frequentes foram despertar a curiosidade e o interesse, bem como favorecer a aprendizagem de conceitos científicos; as estratégias mais utilizadas foram leitura, questionários e as discussões em torno da temática abordada; as maiores contribuições foram a ampliação de conceitos científicos, bem como desenvolver hábitos de leitura; as maiores dificuldades encontradas foram na questão da leitura e interpretação dos textos.

Nas análises realizadas quanto às características discursivas dos TDC, notou-se que os aspectos mais presentes nos textos da revista *Minas Faz Ciência* foram a presença de procedimentos explicativos, apelo inicial à leitura, recursos de atratividade e recuperação de conhecimentos tácitos. Ou seja, em geral, todos os textos apresentam de forma frequente elementos de didaticidade (ZAMBONI, 2001).

Ferreira e Queiroz (2013) afirmaram que os procedimentos explicativos representam estratégias discursivas adotadas pelo enunciador com a intenção de atrair e manter o leitor

interessado em todo texto. Por essa razão, os TDC que apresentam tais características tornam-se interessantes para aplicação em sala de aula.

Sendo assim, percebemos que os TDC analisados da revista *Minas Faz Ciência*, possuíram características que buscam atrair e manter a atenção do leitor, arraigadas a aspectos que favorecem a compreensão de termos científicos. Portanto, as características de didaticidade verificadas nos textos dessa revista revelam que esta pode ser adotada como recurso didático para atividades em sala de aula.

Outra questão observada nos textos diz respeito à sua temática contextualizada. Todos os textos analisados também abordaram assuntos de importância para a sociedade e/ou diretamente ligada ao cotidiano das pessoas. Ou seja, tais textos apresentaram aspectos significativos traços de laicidade, reportando diversos assuntos, como tratamento de água utilizando garrafa PET (texto A), a radiação exposta pelos raios solares em determinadas regiões (texto D), produção de combustível alternativo mais eficiente e menos poluente (texto F), fabricação de sabão medicinal (texto H), reciclagem de lixo eletrônico (texto J) etc.

TDC com temáticas contextualizadas é um critério importante para sua escolha em atividades didáticas em sala de aula. Peticarrari et al (2010), ao adotarem uma reportagem de jornal abandonando o tema ecologia, destacaram que o texto possibilitou múltiplas aprendizagens, uma vez que apresentou correlação entre conceitos do tema com o cotidiano dos estudantes.

Monteiro, Monteiro Castro e Gaspar (2003), ao desenvolverem uma atividade com alunos de ensino médio envolvendo texto da revista *Superinteressante*, também destacaram que as discussões realizadas a partir da leitura do texto possibilitaram a aproximação de conteúdos científicos com elementos do cotidiano, o que estimulou os estudantes a tornarem-se mais participativos nas atividades, contribuindo para a melhoria da aprendizagem.

Portanto, percebe-se que características de laicidade nos textos, de uma maneira geral, pode promover maior envolvimento dos educandos nas atividades, favorecendo o processo ensino e aprendizagem.

Alguns textos analisados apresentaram características de cientificidade, sendo categoria mais presente a busca de credibilidade nas pesquisas, como por exemplo, em textos nos quais foram citadas a participação especialistas na pesquisa, parcerias entre instituições, geração de patentes, publicações em revistas da área etc. Oliveira (2013) afirma que para transformar uma dada afirmação em fato científico, os pesquisadores usam recursos linguísticos no intuito de fazer com sua pesquisa tenham mais credibilidade e seja aceita dentro de sua comunidade. Para a autora, essa característica do discurso científico reflete o

próprio fazer ciência. Dessa forma, alguns TDC analisados, ao apresentarem tais características discursivas, evidenciam, portanto, traços de cientificidade.

Os textos que apresentam caráter de cientificidade podem estimular reflexões acerca da construção do conhecimento científico, como por exemplo, em atividade exposta por Guerra e Menezes (2009) quando investigaram uma atividade que abrangeu aspectos da natureza científica. A atividade, segundo as autoras, propiciou aos estudantes processo de reflexão frente à popular imagem de uma ciência pronta, acabada, neutra, possibilitando aos estudantes compreenderem alguns importantes aspectos da prática da ciência.

Fazendo uma comparação das características discursivas observadas na revista *Minas Faz Ciência* com outras revistas de divulgação científica nacionais utilizadas para fins didáticos, como a *Ciência Hoje* e a *Superinteressante* (FERREIRA; QUEIROZ, 2012), percebemos algumas similaridades, principalmente em relação à linguagem acessível e uso de temáticas contextualizadas, ou seja, presença de características de didaticidade e laicidade.

Cantanhede (2012) e Ferreira e Queiroz (2013), ao analisarem a revista *Ciência Hoje*, verificaram que a linguagem empregada na maior parte dos textos, foi acessível e, quando isso não ocorria, estratégias foram acionadas para aproximar o leitor dos mesmos. Gomes, Fusinato e Neves (2007) identificaram na *Ciência Hoje* a tendência a trabalhar com assuntos do cotidiano dos leitores. Esses aspectos também foram observados em nossa análise com os textos da revista *Minas Faz Ciência*.

Menegat, Clement e Terrazzan (2007) apontaram que textos da revista *Superinteressante* forneceram aos estudantes contato com informações atualizados da ciência, bem como estabeleceram relações com o cotidiano dos alunos. Portanto, no que diz quanto aos traços de laicidade, podemos dizer que os textos da revista *Minas Faz Ciência* assemelham-se àqueles presentes na *Superinteressante*.

Assim, considerando todas as análises realizadas, este estudo indicou que a revista *Minas Faz Ciência* pode ser considerada com enorme potencialidade didática para o ensino de ciências, pois embora não seja a princípio elaborada com finalidades didáticas, possui características que a tornam útil ao contexto escolar, como a possibilidade a abordagem de temas que favoreçam a discussão e tomada de decisões em questões que envolva a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Além disso, a linguagem acessível e os recursos de didaticidade auxiliam o leitor a melhor compreender e se envolver com os temas científicos abordados, o que favorece a aprendizagem de conceitos próprios da ciência.

Os resultados alcançados nos permitem sugerir que os TDC analisados constituem-se em um material conveniente para que os professores possam diversificar suas aulas, bem

como propiciar aos estudantes o desenvolvimento de visões amplas sobre assuntos científicos e atuais.

Rocha (2012), em pesquisa relacionada ao potencial didático de TDC, destaca que o uso desses materiais em sala de aula pode motivar os alunos a se interessarem por temas científicos, além de desenvolver hábito de leitura, possibilitando formação de leitores críticos e inserindo novas abordagens no contexto escolar.

Os resultados dessa pesquisa, bem como a revisão bibliográfica sobre atividades envolvendo o uso de TDC em sala de aula, nos possibilitaram, por fim, elaborar o Produto Final dessa dissertação: o material “Uso de textos de divulgação científica em aulas de Química”, no qual apresentamos três sequências didáticas pautadas no uso de alguns dos textos da revista *Minas Faz Ciência* analisados neste estudo. Acreditamos que as temáticas abordadas nesses TDC podem favorecer aos alunos uma melhor compreensão de problemáticas que envolvem aspectos sociais, políticos e ambientais. Além disso, as estratégias propostas podem estimular o desenvolvimento de habilidades como a leitura, interpretação, capacidade de escrita e discussão em grupo.

APÊNDICE A - Sequência didática “Usos de texto de divulgação científica em aulas de Química”

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Uso de textos de divulgação científica em aulas de Química

Produto Final do trabalho de Dissertação submetido ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Márcio César Braga Batistele

Orientadora: Profa. Dra. Jane Raquel de Oliveira

Itajubá
2016

APRESENTAÇÃO

Amigo professor,

Este material é resultado de uma pesquisa que se fundamentou na análise de textos de divulgação científica (TDC) que abarcavam temática relacionadas à Química, os quais foram selecionados da revista *Minas Faz Ciência*, uma importante revista de divulgação científica do estado de Minas Gerais que divulga as pesquisas científicas de instituições mineiras. Nesse estudo, procuramos investigar as potencialidades da revista *Minas Faz Ciência* para possível utilização em sala de aula de química, analisando características discursivas e as potencialidades educacionais de textos de divulgação científica da área de química publicados na referida revista.

Na análise realizada, observamos que os textos selecionados apresentaram linguagem acessível, natureza interdisciplinar, temáticas contextualizadas, procedimentos explicativos, definições e conceituações, estratégias de interação com o leitor etc. Sendo assim, os textos da referida revista foram considerados como um material potencialmente útil para o ensino de ciências e, em particular, para o ensino de química.

Foi feita uma revisão bibliográfica na busca de atividades didáticas que utilizaram TDC em sala de aula, publicados em congresso de referência e revistas científicas na área de ensino de ciências. Nesse estudo, pudemos identificar os principais objetivos de ensino adotados em atividades dessa natureza, estratégias empregadas por diversos autores, bem como as principais contribuições dessas propostas para o ensino de ciências. Por fim, verificamos nessa revisão a escassez de trabalhos publicados que reportam uso do TDC em sala de aula de Química. Esse aspecto, portanto, nos motivou a elaborar sequências didáticas articulando os TDC no ensino de química e utilizando textos da revista *Minas Faz Ciência* analisados na pesquisa.

Nesta proposta, elaboramos sequências didáticas pautadas nos textos especificamente da área de Química da revista *Minas Faz Ciência*, os quais atendem às especificações relacionadas às habilidades e competências a serem adquiridas pelos estudantes apresentadas no Conteúdo Básico Comum (CBC) de Química do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2013), e nos Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio

(PCNEM). As sequências didáticas elaboradas foram baseadas em algumas das estratégias didáticas adotadas nas atividades analisadas em nossa revisão bibliográfica.

Ao todo foram elaboradas três sequências didáticas. Na primeira delas, propomos a utilização de dois textos intitulados, respectivamente, de “Patrulheiras Antipoluição” e “Nada se perde, mesmo!”, os quais abordaram a temática Metais e o Meio Ambiente. Um deles retrata o processo de despoluição de ambientes aquáticos provocados por metais com determinados tipos de plantas; o outro reporta a questão do reaproveitamento do lixo eletrônico. Dessa forma, os textos possibilitam aos estudantes reflexão e conscientização diante dessas temáticas.

Na segunda sequência didática, propomos a utilização de outros do texto intitulado “Energia limpa e do bem”, o qual reporta uma pesquisa sobre obtenção de combustível mais eficiente e menos poluente, abordando portanto a temática Combustíveis Alternativos e possibilitando aos estudantes conhecimento e reflexão sobre aspectos relacionados à poluição ambiental, efeito estufa, aquecimento global etc.

A terceira sequência didática está pautada no uso de três textos: “Fácil, barato e necessário”, “H₂O mem, a fórmula da contaminação” e “Água limpa de verdade”. Esses textos trazem em comum a descrição de pesquisas relacionadas à preservação de ambientes aquáticos, abordando a temática Água e possibilitando discussões sobre a importância da água, formas de contaminação e estratégias para minimizar os impactos decorrentes da poluição aquática.

Acreditamos que as temáticas abordadas nos TDC podem favorecer aos alunos uma melhor compreensão de problemáticas que envolvem aspectos sociais, políticos e ambientais. Além disso, tais textos apresentam reportagens contextualizadas que possibilitam discussões, questionamentos, interações dialógicas entre professor e aluno.

Por fim, ressaltamos que os recursos e estratégias, bem as formas e sequências de aplicação em sala de aula propostas nessas SD são apenas sugestões. Cabe ao professor, caso julgue necessário, adaptá-las ao currículo adotado, ao contexto da escola, tempo e espaço disponíveis, e às características de cada turma.

Bom trabalho!

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - “METAIS E O MEIO AMBIENTE”

INTRODUÇÃO

Os metais sempre foram utilizados pelo homem, que há muito tempo passou a utilizá-los para a fabricação de ferramentas, utensílios e armas. As substâncias metálicas permeiam o cotidiano em diversos contextos. Portanto, é um tema recorrente para os alunos, o que, de certa forma, facilita o processo de construção do conhecimento.

Os metais são um dos temas presentes no Conteúdo Básico Comum (CBC) de Química para o primeiro ano do ensino médio, no eixo temático Materiais, mais especificamente Propriedades dos Materiais. As habilidades desejadas para os estudantes, dentro desse eixo temático, é que percebam a origem e ocorrência de materiais, e que devem saber relacionar as propriedades dos metais com respectivos usos, degradação, reaproveitamento e consequências ambientais. A temática também faz parte dos Conteúdos Complementares do CBC de Química, no qual é destacada a importância em se estudar as principais substâncias metálicas, seus usos e propriedades (MINAS GERAIS, 2013).

Para abordagem dessa temática, propomos uma sequência didática (SD) envolvendo o estudo dos metais e suas relações com questões sociais e ambientais. Para essa SD, serão utilizados dois textos da revista *Minas Faz Ciência*, sendo eles: “Patrulheiras Antipoluição”, que retrata uma pesquisa sobre plantas que absorvem metais presentes em ambientes aquáticos, colocando em destaque a questão ambiental. O outro texto selecionado é intitulado “Nada se perde, mesmo!”, o qual mostra uma pesquisa referente à questão do reaproveitamento de metais presentes em lixo; portanto, abordando uma situação que permeia também âmbito social e ambiental.

PÚBLICO-ALVO

Essa sequência didática pode ter como público alvo alunos da primeira série do ensino médio, pois abarca conteúdos referentes aos metais, tabela periódica e lixo, os quais, de acordo com CBC de Química do estado de Minas Gerais, pertencem à respectiva série.

No entanto, essa proposta pode ser também aplicada nas séries posteriores, devido à contextualização apresentada, interdisciplinaridade envolvida, além das questões ambientais e sociais relacionadas à temática.

OBJETIVOS

A aplicação dessa sequência didática pode possibilitar aos estudantes:

- Ler e interpretar textos;
- Conhecer e exemplificar metais importantes;
- Reconhecer e relacionar as propriedades de metais aos seus usos, degradação e reaproveitamento;
- Reconhecer as consequências ambientais propiciadas por metais em ambientes aquáticos e em lixo eletrônico;
- Refletir e conscientizar-se em relação às questões ambientais e sociais ligadas aos usos dos metais no cotidiano;
- Conhecer o uso de plantas em processos de despoluição de ambientes aquáticos contaminados por metais;
- Identificar forma de reuso de metais em lixo eletrônico.

CONTEÚDOS ABORDADOS

A sequência didática pode favorecer a abordagem de vários conteúdos, tais como:

- A importância do consumo consciente e a produção de lixo;
- A diferença entre lixo e resíduo;
- Usos e propriedades de substâncias metálicas;
- Separação de resíduos recicláveis e a destino de lixo eletrônico;
- Problemas gerados pelo acúmulo dos resíduos sólidos;
- Problemas sociais relativos ao consumo e descarte de lixo eletrônico no lixo comum.

ESTRATÉGIAS ADOTADAS

As **estratégias de ensino** utilizadas sugeridas para essa SD são:

- 1) Aula expositiva dialogada;
- 2) Aplicação de questionário.
- 3) Apresentação e discussão de vídeos;
- 4) Elaboração de relatórios;
- 5) Leitura individual de textos;
- 6) Elaboração de perguntas pelos alunos;

RECURSOS DIDÁTICOS

Na sequência didática proposta, os **recursos didáticos** utilizados são:

- **Quadro e giz** para as aulas expositivas.
- **Recurso audiovisual** para a apresentação dos vídeos apresentados.
- **Vídeos** sobre a temática abordada. São sugeridos para essa SD os seguintes vídeos:
 - ✓ Vídeo 1 – “METAIS E LIGAS METÁLICAS”: tem duração de 4 minutos e aborda as propriedades dos metais. Está disponível no link: <https://youtu.be/ZFnEdCpEU6E>.
 - ✓ Vídeo 2 – “IMPACTO DO LIXO ELETRÔNICO”: tem duração de 6 minutos e retrata consequências ambientais relacionadas ao lixo eletrônico. Está disponível no link: <https://youtu.be/m0DGuFB7ipo>.
 - ✓ Vídeo 3 – “TUDO SE TRANSFORMA, METAIS”: tem duração de 13 minutos e aborda assuntos referentes aos metais. Está disponível no link: <https://youtu.be/opPBmGtx9MA>.
 - ✓ Vídeo 4 – “METAIS PESADOS”: tem duração de 4 minutos, abordando exemplos desses metais. Está disponível no link: <https://youtu.be/GAh2CdV5Cfl>.
 - ✓ Vídeo 5 – “FITORREMEDIAÇÃO”: tem duração de 6 minutos e mostra conceitos desse tipo de processo. Está disponível no link: <https://youtu.be/h47vcoa03g>.

✓ Vídeo 6 – “VEREMOS NA PRÁTICA COMO PLANTAS ABSORVEM METAIS PESADOS NA ÁGUA”. Está disponível no link: <https://youtu.be/wDGd2zQN0W4>.

- **Questionários** de concepções prévias sobre o tema da SD. Para tal são sugeridas as seguintes questões:
 1. Quais metais você conhece?
 2. Em que materiais podemos encontrar metais?
 3. Que tipos de tratamento de lixo você conhece?
 4. De que maneira os metais podem impactar o meio ambiente?
 5. Que formas de aproveitamento do lixo são utilizadas em nossa localidade?
 6. Que atitudes estão ao nosso alcance para colaborar no aproveitamento do lixo?
- **Textos de divulgação científica** da revista *Minas Faz Ciência*: “PATRULHEIRAS ANTIPOLUIÇÃO” e “NADA SE PERDE, MESMO!”.

Resumo do texto “Patrulheiras Antipoluição” (Anexo A)

O texto “Patrulheiras Antipoluição” (FONSECA, 2014) aborda um estudo, realizado por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa, que analisou o uso de algumas plantas que possuem potencial descontaminante frente a determinados tipos de metais em ambientes aquáticos.

Inicialmente o autor faz explanação sobre as características dessas plantas, em seguida retrata situações que podem acarretar o acúmulo de metais em certos ambientes, além de expor possíveis danos que a contaminação dos mesmos pode provocar no meio ambiente. Posteriormente, foram citadas as técnicas do projeto em questão, que se baseou na construção de filtros biológicos, estabelecendo ambiente de testes com as referidas plantas na absorção de alguns metais. Finalmente, o autor ressaltou aspectos favoráveis para execução da pesquisa e relatou que outros testes com novas plantas são objetivos para continuação do projeto.

Texto “Nada se perde, mesmo!” (Anexo B)

O texto “Nada se perde, mesmo!” (MANTOVANI, 2015) relata uma pesquisa que propõe a recuperação de metais nobres do lixo eletrônico como forma de diminuir o impacto ambiental e promover seu reuso na indústria. O pesquisador Carlos Antônio de Moraes, do Centro de

Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) de Belo Horizonte, desenvolve projetos que pretendem recuperar os metais existentes em partes de equipamentos eletrônicos.

O texto é iniciado esboçando a questão do descarte rápido de equipamentos eletrônicos, gerado pela sociedade, o que aumenta consideravelmente o chamado lixo eletrônico. Posteriormente, a autora relata o projeto para recuperação de metais, por meio de técnicas de redução eletroquímica/precipitação e de extração por solventes, explanando esses processos. Ao final, fica o alerta para o problema ambiental relacionado à questão do reuso e aumento do ciclo de vida dos produtos eletrônicos.

PLANEJAMENTO DAS ETAPAS

a) Resumo das etapas

Etapa	Objetivos	Estratégias	Recursos	Tempo estimado
1	Reconhecer os principais metais, seus usos, formas de degradação e reaproveitamento.	Aula expositiva dialogada	Quadro, giz e	2h/aula
2	Refletir e conscientizar-se em relação às questões ambientais e sociais ligadas aos usos dos metais no cotidiano.	Apresentação de vídeos relacionados ao meio ambiente e lixo eletrônico	Recurso audiovisual	1h/aula
3	Ler, escrever, e interpretar textos; Conhecer o uso de plantas em processos de despoluição de ambientes aquáticos contaminados por metais; Identificar forma de reuso de metais em lixo eletrônico	Leitura individual dos TDC e elaboração de perguntas	Textos de divulgação científica	2h/aula
4	Reconhecer as consequências ambientais propiciadas por metais em ambientes aquáticos e em lixo eletrônico; Refletir e conscientizar-se em relação às questões ambientais	Aula expositiva Discussão em sala sobre o texto e sobre as questões a	Quadro e giz	1h/aula

	e sociais ligadas aos usos dos metais no cotidiano			
--	--	--	--	--

OBS – Cada etapa pode variar a quantidade de aulas, dependendo de como o professor irá selecionar e conduzir as estratégias.

b) Descrição das etapas

Etapa 1

AULAS 1 e 2: Por meio de aula expositiva dialogada, o professor pode apresentar conceitos referentes aos metais, sua localização na tabela periódica, propriedades, bem como possíveis danos causados pelos mesmos no ambiente, objetivando explicitar a ideia central do assunto a ser estudado por meio de dos TDC. Seria interessante começar abordando evolução da humanidade após a descoberta dos metais, pois assim os alunos podem entender quais contribuições os mesmos trouxeram para a sociedade. Perguntas conceituais interessantes: O que é um metal? Quais os metais conhecem? Em que eles são utilizados? Quais as principais formas de reaproveitamento desses materiais? O que é lixo eletrônico? etc. Dessa forma têm-se uma base dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema abordado.

Etapa 2

AULA 3: Pode ser realizada uma aula destinada à apresentação de vídeos da temática meio ambiente envolvendo metais, sistemas aquáticos e lixo eletrônico, expondo, na forma midiática, a problemática e importância do assunto como forma de despertar a curiosidade dos estudantes e trazer novos conhecimentos sobre o assunto. Alguns desses vídeos podem ser usados para discutir os conhecimentos prévios sobre o tema apresentados na aula anterior e para descrever contextos de aplicação da química, possibilitando discussões acerca de questões sociais, ambientais envolvidas com a temática. A apresentação dos vídeos pode ser realizada em uma aula de 50 minutos ou até mais, dependendo de como o professor irá conduzir as discussões.

Ao final da atividade, pode ser solicitado aos estudantes um relatório referente aos vídeos assistidos, no qual eles podem expor o que aprenderam na aula e os pontos que mais chamaram sua atenção.

Etapa 3

AULAS 4 e 5: Nessa etapa da SD, propõem-se que os alunos façam a leitura individual do TDC “Patrulheiras Antipoluição”. Após essa leitura, sugere-se que eles se reúnam em duplas para elaboração de perguntas relacionadas ao texto. A estratégia de elaboração de perguntas é importante para a apropriação de conhecimentos científicos e para organizar e consolidar ideias presentes no texto. Além disso, a tarefa em dupla é importante no sentido da troca de informações entre estudantes acerca do assunto.

O conteúdo dessas perguntas pode ser totalmente livre, cabendo ao aluno formular questões sobre aspectos que ele considere relevante. No entanto, também é possível direcionar um pouco do foco, solicitando que os alunos elaborem questões de natureza conceitual, ou sobre aspectos sociais etc. O professor pode reunir tais perguntas a fim de realizar, posteriormente, uma discussão em sala pautada no conteúdo das mesmas.

Esse mesmo processo pode ser empregado para o outro texto “Nada se perde, mesmo!”.

Etapa 4

AULA 6: Depois da aplicação dos textos e recebimento das perguntas formuladas pelos estudantes, o professor pode encerrar com aula expositiva sobre a atividade, discutindo os relatórios sobre os vídeos e sobretudo as questões apresentadas pelos estudantes na etapa anterior. As respostas a essas questões podem ser organizadas em slides ou ser abordada na forma de discussão com a turma, solicitando que os alunos apresentem, antes do professor, possíveis respostas para as questões propostas. Caso o professor considere necessário, pode complementar a aula com informações não abordadas pelos alunos nas perguntas, porém importantes para a compreensão do tema.

AVALIAÇÃO

A avaliação das atividades pode ser realizada com base nos relatórios sobre os vídeos e na lista de perguntas elaboradas a partir da leitura do TDC. Além disso, o professor pode avaliar as discussões apresentadas pela turma no início da atividade (com base no questionário de concepções prévias) e na última aula (respostas às perguntas elaboradas pelos alunos).

REFERÊNCIAS

BARTH, Christian. Metais Pesados. Publicado em 19 de Outubro de 2014. Vídeo: 3'28'' minutos. Disponível em: <<https://youtu.be/GAh2CdV5Cfl>>. Acesso em: 08/05/2016.

CENTRO DE REFERÊNCIA VIRTUAL DO PROFESSOR. Disponível em: <https://crv.educacao.mg.gov.br>. Acesso em: 08/05/2016.

FITORREMEDIAÇÃO: O uso de Plantas para Descontaminação Ambiental. Dia de campo na TV. Enviado em 03 de Setembro de 2010. Vídeo: 6'. Disponível em: <<https://youtu.be/h47vcoa03g>>. Acesso em: 08/05/2016.

FONSECA, V. Patrulheiras Antipoluição. **Minas Faz Ciência**, n.56, p.24-26, dez/2013 a fev/2014.

HITSUKE, Pandy. Impacto do Lixo Eletrônico. Vídeo 6'1''. Publicado em 15 de Outubro de 2013. Disponível em: <<https://youtu.be.com/watch?v=m0DGuFB7jpo>>. Acesso em: 08/05/2016.

MANTOVANI, C. A. Nada se perde, mesmo! **Minas Faz Ciência**, n.61, p. 35- 37, 2015.

METAIS E LIGAÇÕES METÁLICAS. Socrática Português. Publicado em 07 de Fevereiro de 2016. Vídeo: 4'10''. Disponível em: <<https://youtu.be/ZFnEdCpEU6E>>. Acesso em: 08/05/2016.

TUDO SE TRANSFORMA, METAIS. Saber Virtual. Publicado em 21 de Abril de 2013. Vídeio: 12'48'' minutos. Disponível em: <<https://youtu.be/opPBmGtx9MA>>. Acesso em: 08/05/2016.

VEREMOS NA PRÁTICA COMO PLANTAS ABSORVEM METAIS PESADOS NA ÁGUA. Amazon Sat. Publicado em 11 de Julho de 2012. Vídeio 9'18''. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wDGd2zQN0W4>>. Acesso em: 08/05/2016.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - “COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS”

INTRODUÇÃO

As discussões sobre os impactos ambientais globais causados pela queima de combustíveis fósseis têm levado governantes e pesquisadores a buscar caminhos para a redução das emissões de gás carbônico e a substituição desses combustíveis por outros de origem renovável. Os debates em torno dessa temática estão diretamente envolvidos com o cotidiano das pessoas e requerem o entendimento de múltiplos aspectos, desde a questão científica, ambiental e até econômica.

O estudo de combustíveis é uma temática concernente ao CBC de Química, mais especificamente situada no eixo temático correspondente à Energia. Dentre as habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes dentro desse eixo temático destacam-se: a importância de reconhecer o petróleo como fonte de combustível fóssil, esgotável de energia e ainda relacionar aspectos de seu uso com impactos ambientais; saber que a queima de combustíveis fósseis e reações de combustão liberam energia, bem como reconhecer fórmulas dos combustíveis mais comuns, como hidrocarbonetos e álcool etílico.

Para esta sequência didática, propomos um estudo com o TDC intitulado “Energia limpa e do bem”, o qual retrata a idealização de combustíveis alternativos, com utilização do hidrogênio, na tentativa de minimizar impactos ambientais decorrentes da emissão de combustíveis poluentes.

PÚBLICO-ALVO

Essa sequência didática pode ter como público alvo alunos da terceira série do ensino médio, pois abordou a temática combustíveis, expondo conceitos relacionados ao petróleo, hidrocarboneto, álcool, que fazem parte da Química Orgânica. De acordo o CBC de Química essa temática pode ser trabalhada na terceira série do ensino médio, podendo ainda ser devidamente adequada para aplicação na segunda série do ensino médio.

OBJETIVOS

Essa sequência didática pode possibilitar aos estudantes:

- Ler e interpretar texto;
- Conhecer o petróleo como combustível fóssil, fonte esgotável de energia;
- Identificar alguns dos principais derivados do petróleo;
- Conhecer fontes de combustíveis, bem como as fórmulas de alguns combustíveis mais comuns como o petróleo, etanol, hidrogênio;
- Relacionar aspectos do uso dos derivados de petróleo com os impactos ambientais e sociais;
- Associar efeito estufa com a queima de combustíveis fósseis;
- Conhecer formas alternativas de fontes energéticas.
- Estimular opiniões, motivando posicionamentos críticos e construtivos em relação ao uso de diversos tipos de combustíveis.

CONTEÚDOS ABORDADOS

A sequência didática proposta pode favorecer a abordagem dos seguintes conteúdos:

- O uso industrial dos derivados de petróleo e os impactos ambientais;
- Funções orgânicas, como hidrocarbonetos e álcoois;
- Aquecimento global; efeito estufa;
- Fonte alternativa de combustível para minimizar impactos ambientais;
- Efeitos ambientais do uso crescente de energia pela sociedade atual.

ESTRATÉGIAS ADOTADAS

As **estratégias de ensino** utilizadas sugeridas para essa SD são:

- 1) Aula expositiva dialogada;
- 2) Apresentação de vídeos;
- 3) Leitura do TDC “Energia limpa e do bem”;
- 4) Elaboração de perguntas;
- 5) Aplicação de questionários;

RECURSOS DIDÁTICOS

Na sequência didática proposta, os **recursos didáticos** utilizados são:

- **Quadro e giz** para aulas expositivas.
- **Recurso audiovisual** para apresentação dos vídeos relacionados ao assunto
- **Vídeos** sobre a temática abordada:
 - ✓ Vídeo 1 – “EFEITO ESTUFA E O CLIMA NA TERRA”: tem duração de 16 minutos e aborda a questão do aquecimento global. Está disponível no link: <https://youtu.be/6MVgNZxF46Y>.
 - ✓ Vídeo 2 – “TUDO SE TRANSFORMA- COMBUSTÍVEIS- PETRÓLEO”: tem duração de 13 minutos, retrata a importância dos derivados do petróleo no cotidiano. Está disponível no link: <https://youtu.be/JGloTYT4CVY>.
 - ✓ Vídeo 3 – “COMBUSTÍVEIS, REAÇÕES DE COMBUSTÃO E AMBIENTE”: com duração de 11 minutos, mostra conceitos relacionados à combustão e tipos de combustíveis. Está disponível no link: <https://youtu.be/CsbmS6UBwUA>.
 - ✓ Vídeo 4 – “POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA”: tem duração de 4 minutos e mostra a questão do aquecimento global, efeito estufa, tendo fundo musical. Está disponível no link: <https://youtu.be/4EsVghlVabw>.
 - ✓ Vídeo 5 – “ENERGIA VERDE E AMARELA: ETANOL”: tem duração de 10 minutos e explica a produção do respectivo combustível. Está disponível no link: <https://youtu.be/STxRIPJTK6s>.
- **Texto de divulgação científica** da revista *Minas Faz Ciência*: denominado “Energia limpa e do bem”.

Texto: “Energia limpa e do bem” (Anexo C)

O texto “Energia limpa e do bem” (BRITO, 2013) relata um estudo sobre a produção de um combustível alternativo mais eficiente e menos poluente que os convencionais, desenvolvido pelos pesquisadores por meio da adição de hidrogênio ao etanol e ao óleo diesel.

O texto iniciou com histórico relacionado aos efeitos ambientais da Revolução Industrial na Inglaterra no século XVIII. Em seguida, retratou a preocupação dos países desenvolvidos em diminuir a emissão de poluentes. Posteriormente descreveu a pesquisa, destacando alternativa

vantajosa para minimizar a poluição ambiental, com o desenvolvimento dos novos combustíveis. Finalmente, o autor retratou fatores decisivos para a escolha do hidrogênio e o sucesso do projeto, que além de render excelentes resultados, se desdobrou em dissertações, artigos em periódicos internacionais e processo de patenteamento. Desse modo, o grupo desenvolveu um sistema capaz de injetá-lo nos motores, paralelamente ao óleo diesel.

PLANEJAMENTO DAS ETAPAS

c) Resumo das etapas

Etapa	Objetivos	Estratégias	Recursos	Tempo estimado
1	Conhecer fontes de combustíveis. Conhecer fontes de combustíveis, bem como as fórmulas de alguns combustíveis mais comuns como o petróleo, etanol, hidrogênio.	Aula expositiva dialogada	Quadro e giz	2h/aula
2	Relacionar aspectos do uso dos derivados de petróleo com os impactos ambientais e sociais. Associar efeito estufa com a queima de combustíveis fósseis.	Utilização de vídeos sobre a temática	Recurso audiovisual	1h/aula
3	Ler e interpretar textos. Conhecer formas alternativas de fontes energéticas.	Leitura de TDC e elaboração de perguntas por parte dos educandos.	Texto de divulgação científica	2h/aula
4 e 5	Estimular opiniões, motivando posicionamentos críticos e construtivos em relação ao uso de diversos tipos de combustíveis.	Aula por meio de debate e discussão das respostas dadas às perguntas anteriores	Leitura das questões feitas pelos alunos	2h/aula

OBS – Cada etapa pode variar a quantidade de aulas, dependendo do professor e como ele pretende introduzir as estratégias.

d) Descrição das etapas

Etapa 1

AULA 1: O professor expõe introdução do conteúdo de funções orgânicas, mais especificamente sobre Hidrocarbonetos e Álcool, que fazem parte da Química Orgânica. Na abordagem desses conteúdos, o professor pode salientar conceitos relacionados ao efeito estufa, aquecimento global, queima de combustíveis fósseis, energia limpa. Essa atividade pode requerer apenas uma aula de 50 minutos.

Etapa 2

AULA 2: Aula dedicada à apresentação de vídeos relacionados ao tema da sequência didática. Neles são abordados conteúdos como hidrocarbonetos, álcool, poluição atmosférica, aquecimento global, uso de combustíveis renováveis e não renováveis. Ao final da atividade, o professor pode pedir um relatório a cada estudante, retratando um resumo dos assuntos tratados nas apresentações dos vídeos.

Etapa 3

AULA 3: Em seguida, será realizada a aula destinada à leitura do TDC “Energia limpa e do bem”. Após a leitura individual do texto, sugere-se que eles se reúnam em grupos para elaboração de perguntas relacionadas ao texto. Nessa etapa, o Professor pode se tornar o mediador, diante de possíveis questionamentos relativos à leitura e elaboração das perguntas sobre o texto.

Etapa 4

AULAS 4 e 5: Nesta etapa o professor pode recolher todo o material escrito pelos alunos e, aleatoriamente, trocar as perguntas entre os grupos. Assim, as perguntas de um grupo devem ser respondidas por outro grupo.

Em seguida, cada grupo recebe novamente as perguntas que fizeram, porém respondidas por outro grupo. Depois, o professor questiona e discute com cada grupo de alunos se eles concordam ou discordam das respostas dadas pelos seus colegas.

Dessa forma, podem ser necessárias duas aulas para uma exposição dialógica das respostas dadas. Ou seja, o professor pode ir debatendo as respectivas respostas de cada grupo, estimulando ainda a participação de toda a turma. Portanto cria-se um clima de debate acerca do tema, promovendo a participação dos educandos.

AVALIAÇÃO

A avaliação pode ser feita, levando-se em consideração o engajamento dos estudantes na confecção de relatórios relacionados aos vídeos, elaboração de perguntas e das respostas às perguntas dos grupos, assiduidade e comprometimento diante das atividades propostas.

REFERÊNCIAS

BRITO, D. Energia limpa e do bem. **Minas Faz Ciência**, n.55, p.26-28, set/2013 a nov/2013

CENTRO DE REFERÊNCIA VIRTUAL DO PROFESSOR. Disponível em:

<<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 08/05/2016.

COMBUSTÍVEIS, REAÇÕES DE COMBUSTÃO E AMBIENTE. Preparação Digital. Publicado em 17 de Junho de 2013. Vídeo: 11'10". Disponível em: <<https://youtu.be/1zKQnNpqn6E>>. Acesso em: 08/05/2016.

COSTA, Ismael. **Efeito Estufa eoClima na Terra.** Publicado em 01 de Julho de 2013. Vídeo: 16'47". Disponível em: <<https://youtu.be/6MVgNZxF46Y>>. Acesso em: 08/05/2016.

ENERGIA VERDE E AMARELA: ETANOL. Ambiente e Energia. Publicado em 17 de Fevereiro de 2014. Vídeo: 10'33". Disponível em: <<https://youtu.be/STxRIPJTK6s>>. Acesso em: 08/05/2016.

TUDO SE TRANSFORMA - COMBUSTÍVEIS- PETRÓLEO. Diversos. Publicado em 25 de Março de 2013. Vídeo: 13'28". Disponível em: <<https://youtu.be/JGloTYT4CVY>>. Acesso em: 08/05/2016.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - “ÁGUA”

INTRODUÇÃO

A água é um bem imprescindível para a vida. Considerada a substância mais utilizada pelo ser humano para diversas finalidades (no abastecimento das cidades, agricultura, indústria ou em casa), sendo obtida por meio de dos rios, lagos ou de depósitos subterrâneos. Por essa razão a escassez, bem como a poluição de ambientes aquáticos é uma preocupação global. Ela é também um solvente universal, pois dissolve uma infinidade de substâncias, até mesmo gases. Dessa forma, sua abordagem em sala de aula é recomendada em vários currículos escolares.

De acordo com o CBC de Química, a temática água está presente no eixo temático correspondente aos materiais e suas propriedades. O tema é apresentado objetivando que os alunos adquiram habilidades como saber reconhecer a origem e ocorrência desses materiais, bem como identificar materiais mais abundantes no planeta.

Para esta sequência didática, propomos o trabalho com três textos de divulgação científica que abrangeram vários aspectos envolvendo o tema água.

O texto “H2Omem, a fórmula da contaminação” abordou pesquisa realizada por pesquisadores da Universidade Federal de Ouro Preto buscando diagnosticar microcontaminantes lançados, por ação humana, nas águas da bacia do Rio Doce.

O texto “Água limpa de verdade” retratou o tratamento de água, utilizando ozônio, destacando como opção mais eficiente e ambientalmente correta.

O texto de divulgação científica “Fácil, barato e necessário” abordou a descontaminação de água utilizando garrafas PET, exemplificada em comunidade sem serviço de tratamento de água. Sendo assim, a temática propiciou abordagens extremamente relevantes no cotidiano, arraigada a aspectos sociais e ambientais.

PÚBLICO-ALVO

O conteúdo envolvendo o assunto água, está no eixo temático dos Materiais e suas propriedades, correspondente à primeira série do ensino médio, de acordo com CBC de Química. No entanto, esta sequência didática pode ser aplicada em qualquer das três séries do ensino médio, visto que abarcam temas que pode envolver as respectivas séries.

OBJETIVOS

A aplicação dessa sequência didática pode possibilitar aos estudantes:

- Desenvolver habilidades de leitura e interpretação de textos;
- Reconhecer a diversidade do uso da água e sua importância ambiental;
- Identificar possibilidades de processos alternativos de tratamento da água com ozônio, garrafas PET e reuso da mesma;
- Conscientizar-se a respeito da conservação, preservação dos ambientes aquáticos;
- Esclarecer e mostrar a importância da água.
- Desenvolver habilidades de escrita e síntese de informações.

CONTEÚDOS ABORDADOS

A sequência didática pode favorecer a abordagem de vários conteúdos, tais como:

- Características da água;
- Tratamento de água, convencionais e alternativos;
- Estudo de poluentes em determinada bacia hidrográfica;
- Método de purificação da água com ozônio;
- Processo de reuso da água.

ESTRATÉGIAS ADOTADAS

As **estratégias de ensino** utilizadas sugeridas para essa SD são:

- 1) Aula expositiva dialogada;
- 2) Apresentação de músicas e documentários acerca do tema.

- 3) Leitura textos de divulgação científica;
- 4) Elaboração de perguntas pelos alunos;
- 5) Confecção de cartazes;

RECURSOS DIDÁTICOS

Na sequência didática proposta, os **recursos didáticos** utilizados são:

- **Quadro e giz** para aulas expositivas
- **Recurso audiovisual** para apresentação dos vídeos relacionados ao assunto,:
- **Músicas:**
 - ✓ Música 1 – “PLANETA ÁGUA – GUILHERME ARANTES”, tem duração de 6 minutos, aborda reflexão da temática. Está disponível no link: <https://youtu.be/oPwnAq2xMUg>.
 - ✓ Música 2 - “RIO DOCE- ZÉ GERALDO”, tem duração de 4 minutos, relata características do Rio Doce, bem como mostra regiões banhadas pelo mesmo. Está disponível no link :<https://youtu.be/DH3D7us47Pg>.
- **Vídeos:**
 - ✓ Vídeo 1 – “MEIO AMBIENTE (CONSCIENTIZAÇÃO)”,tem duração de 7 minutos, retratando a temática. Está disponível no link: <https://youtu.be/4H1R3dSLjnw>.
 - ✓ Vídeo 2 – “MILAGRES DO OZÔNIO, ELIMINA QUASE 300 TIPOS DE DOENÇAS”, tem duração de 4 minutos, explana características do ozônio. Está disponível no link :<https://youtu.be/g-XouWVH84I>.
 - ✓ Vídeo 3 – “COMO SE FAZ O TRATAMENTO DE ÁGUA? QUÍMICA, ENSINO MÉDIO TELECURSO”, tem duração de 14 minutos, explica etapas de tratamento de água. Está disponível no link: <https://youtu.be/V80Xees1F9U>.
- **Textos de divulgação científica:** “H2Omem, a fórmula da contaminação”, demonstrando o grau de poluição de determinada bacia hidrográfica, “Água limpa de verdade”, mostrando processo de purificação de água com ozônio e

“Fácil, barato e necessário”, mostrando processo de tratamento de água com garrafas PET.

Texto: “H2Omem, a fórmula da contaminação” (Anexo D)

O texto “H2Omem, a fórmula da contaminação” aborda uma pesquisa realizada por pesquisadores da Universidade Federal de Ouro Preto que busca diagnosticar microcontaminantes lançados, por ação humana, nas águas da bacia do Rio Doce (GONÇALVES, 2013).

Ele é iniciado com poema relacionado a água, no qual se fala da pureza desse líquido precioso. Em seguida, o autor comenta sobre as agressões sofridas pelos ambientes aquáticos. Faz-se, então, a descrição da pesquisa na qual retrata características e motivos para a realização da mesma, sendo pela falta de informações sobre a presença de microcontaminantes orgânicos na bacia do Rio Doce, de modo a diagnosticar a inter-relação entre a diversidade geoquímica/geológica e a qualidade da água. Em seguida, o autor citou técnicas utilizadas no processo para identificar e remover micropoluentes, como cromatografia acoplada e de espectrometria de massas. Finalmente, o autor retrata resultados da pesquisa, nos quais foram detectados, na água, perturbadores endócrinos e de medicamentos de uso amplo, o que, segundo os pesquisadores, indica contaminação por esgotos domésticos, além de sofrer grandes influências litológicas regionais, tendo indícios para a influência antropogênica, como no caso da mineração de ouro.

Texto: “Água limpa de verdade” (Anexo E)

O texto “Água limpa de verdade” retrata o desenvolvimento de tecnologia inovadora para o tratamento de água, utilizando ozônio como opção mais eficiente e ambientalmente correta, tem autoria de (SARAGÁ, 2011).

Inicialmente, o autor explica etapas de tratamento da água, relatando sua importância. Em seguida, o autor retrata o motivo da utilização do ozônio, assim como faz um comparativo do tratamento convencional com cloro e ozônio. O autor aponta que “embora a ozonização seja um processo um pouco mais caro que a cloração, é muito mais eficiente e ambientalmente correto”. Faz também explanações sobre características do ozônio. Finalmente, o autor reporta o caráter inovador do projeto em questão, que se apresenta mais barato, assim como retrata processos aplicados com ozônio, além da tecnologia eletroquímica, que é uma alternativa promissora para a geração de ozônio.

Texto: "Fácil, barato e necessário" (Anexo F)

O texto de divulgação científica "Fácil, barato e necessário" (ANEXO F) aborda o sistema de descontaminação de águas que utiliza garrafas PET como alternativa para comunidades sem serviço de tratamento de água (ANTÔNIO, 2010), desenvolvido por pesquisadores do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-MG).

O texto inicia com explanação sobre o sistema de descontaminação que utiliza garrafas PET, seguida de explicações acerca do projeto que despertou curiosidade entre estudantes, já que foi alternativa para comunidades sem serviço de tratamento de água. Em seguida, a autora cita técnicas do projeto e descreve os processos envolvidos. Posteriormente, aponta que a tecnologia feita de forma quase artesanal tem custos reduzidos e ainda dá um novo destino a garrafas plásticas sem uso. Finalmente exalta que o projeto foi concebido para atender populações de baixa renda que não têm acesso à água tratada.

PLANEJAMENTO DAS ETAPAS

e) Resumo das etapas

Etapa	Objetivos	Estratégias	Recursos	Tempo estimado
1	Reconhecer a diversidade do uso da água e sua importância ambiental.	Aula expositiva dialogada	Quadro e giz	2h/aula
2	Conscientizar-se a respeito da conservação, preservação dos ambientes aquáticos; Esclarecer e mostrar a importância da água	Aula com músicas e apresentação de documentários relacionados ao tema	Recurso audiovisual	1h/aula
3	Ler e interpretar textos. Desenvolver habilidades de escrita e síntese de informações. Identificar possibilidades de	Leitura de TDC em grupos. Elaboração de cartazes.	Textos de divulgação científica. Cartolinas	2h/aula

	processos alternativos de tratamento da água com ozônio, garrafas PET e reuso da mesma.			
4	Conscientizar-se a respeito da conservação, preservação dos ambientes aquáticos; Reconhecer a diversidade do uso da água e sua importância ambiental.	Exposição de cartazes. Exposição oral do conteúdo por meio das perguntas e respostas.	Cartazes	3h/aula

OBS – Cada etapa pode variar a quantidade de aulas, dependendo do professor e como ele pretende introduzir as estratégias.

f) Descrição das etapas

Etapa 1

AULA 1: O professor pode inicialmente fazer explanação sobre características importantes da água, assim como tipos de tratamento, métodos de separação etc., salientando ainda a importância desse recurso para a sociedade. Dessa forma, o professor poderá necessitar de uma aula de 50 minutos para essa proposta inicial.

Etapa 2

AULA 2: Essa aula pode ser destinada à apresentação de documentários e músicas referentes à temática, de modo que os alunos percebam, por meio de recursos audiovisuais, a importância do assunto, já que abrange um contexto social e ambiental relevante. Tais vídeos e musicais vão exemplificar situações distintas e importantes da água, possibilitando despertar o interesse em conservação do meio ambiente, mais especificamente na questão dos ambientes aquáticos.

Essa atividade pode abranger apenas uma aula de 50 minutos. Ao final dessa atividade, seria interessante a elaboração de um relatório feito por cada estudante, expondo um resumo dos assuntos abarcados nessa parte midiática.

Etapa 3

AULA 3: Nessa aula, o professor pode fazer a apresentação dos três textos de divulgação científica para a turma em questão: “Fácil, barato e necessário”, “Água limpa de verdade” e “H2Omem, a fórmula da contaminação”. Cada texto pode ser distribuído a dois grupos de no máximo cinco alunos. Após a leitura dos textos, os alunos podem confeccionar cartazes compostos por perguntas e informações a respeito da temática, baseada nos respectivos textos, de acordo com a criatividade dos mesmos.

O professor se torna um mediador diante do trabalho desenvolvido pelos alunos, ou seja, deve circular entre os grupos à medida em que a atividade seja feita. Essa parte da sequência didática poderá ser realizada em até duas aulas de 50 minutos, dependendo do envolvimento dos alunos e das dificuldades para a elaboração dos cartazes.

Etapa 4

AULA 4: Nessa aula, cada grupo apresenta seu respectivo cartaz e por meio da leitura das perguntas, o professor vai direcionando, debatendo, questionando com os alunos, tornando a aula com característica dialógica, ou seja, incentivando a participação efetiva dos alunos. A mesma pode ser realizada em uma aula de 50 minutos.

AULA 5: Por fim, pode ser realizada uma aula destinada à formulação de um resumo/resenha acerca de todo conteúdo proposto na atividade, que será entregue ao professor, para posterior comentários gerais. Sugere-se uma aula de 50 minutos.

AVALIAÇÃO

A avaliação poderá ser feita com os relatórios entregues pelos estudantes, além da elaboração de perguntas feitas pelos mesmos, cartazes, bem como pela participação e comprometimento com a atividade proposta.

REFERÊNCIAS

ANTÔNIO, D. Fácil, barato e necessário. **Minas Faz Ciência**, n.41, mar/mai, p.21 a 25, 2010.

CENTRO DE REFERÊNCIA VIRTUAL DO PROFESSOR. Disponível em:
<<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 08/05/2016.

GONÇALVES, A. L. H2Omem, a fórmula da contaminação. **Minas Faz Ciência**, n.54, jun/ago, p. 30- 32, 2013.

LAZARO, Samara Andreolla. **POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.** Publicado em 21 de Setembro de 2008. Vídeo:4'31". Disponível em: <<https://youtu.be/4EsVghlVabw>>. Acesso em: 08/05/2016.

MEIO AMBIENTE (CONSCIENTIZAÇÃO). Deixa Rolar. Publicado em 5 de Agosto de 2009. Vídeo: de 7'17". Disponível em: <<https://youtu.be/4H1R3dSLjnw>>. Acesso em: 08/05/2016.

NASCIMENTO, Luiz. **Milagres do Ozônio, elimina quase 300 tipos de Doenças.** Publicado em 28 de Março de 2014. Vídeo: 3'59". Disponível em:<<https://youtu.be/g-XouWVH84I>>. Acesso em: 08/05/2016.

QUINTEIRO, Vilma. **PLANETA ÁGUA – GUILHERME ARANTES.** Publicado em 14 de Outubro de 2008. Vídeo:5'55". Disponível em: <<https://youtu.be/oPwnAq2xMUg>>. Acesso em: 08/05/2016.

SARAGÁ, J. Água limpa de verdade. **Minas Faz Ciência**, n.44, p. 45-47,2011.

SOUSA, Luiz Carlos Neumann de. **RIO DOCE – ZÉ GERALDO.** Publicado em 10 de Julho de 2015. Vídeo: 3'56". Disponível em: <<https://youtu.be/DH3D7us47Pg>>. Acesso em: 08/05/2016.

REFERÊNCIAS

ADINOLFI, V.T.S. **Ética e Mídia**: os periódicos de divulgação científica brasileiros e seus discursos sobre ética na ciência. Campinas, 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação para a cidadania? **Revista ciência da Informação**, v. 25, n. 3, p. 396-404, 1996.

ALMEIDA, M. J. P. M. de. O texto de divulgação científica como recurso didático na mediação do discurso escolar relativo à Ciência. In: PINTO, G. A. **Divulgação científica e práticas educativas**. Curitiba: Editora CRV, 2010.

ALMEIDA, S. A.; GIORDAN, M. A revisa Ciência Hoje das Crianças no letramento escolar: a retextualização de artigos de divulgação científica. **Educação e Pesquisa**, v.40, n. 4, p. 999-1014, 2014.

ANTÔNIO, D. Fácil, barato e necessário. **Minas Faz Ciência**, n.41, mar/mai, p.21 a 25, 2010.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. (orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. 8.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. 518 p.

BRASIL, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC. 141p. 2002.

BRITO, D. Energia limpa e do bem. **Minas Faz Ciência**, n.55, p.26-28, set/2013 a nov/2013.

BUENO, W. C. Jornalismo ambiental: explorando além do conceito. In: GIRARDI, I. M. T.; SCHWAAB, R. T. (Org.). **Jornalismo ambiental**: desafios e reflexões. Porto Alegre: Dom Quixote, 2008. p. 105-118.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. especial, p.1-12, 2010.

CANTANHEDE, S. C. S. **Textos da revista Ciência Hoje como recurso didático**: análise e possibilidade de uso no ensino médio de Química. 2012. 205 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CARVALHO, A. P. **A Ciência em revista**: um estudo dos casos de *Globo Ciência e Superinteressante*. Dissertação (Mestrado em Comunicação Social) – Instituto Metodista de Ensino Superior, São Bernardo do Campo, 1996.

CHAVES, T. V.; MEZOMMO, J.; TERRAZAN, A. Textos de divulgação científica como recurso didático para o ensino-aprendizagem da física clássica: exemplos em termodinâmica e

eletromagnetismo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3, 2001. **Atas...** Atibaia, ABRAPEC, 2001.

CIRNE, A. P. P.; COSTA, V. D. S. Uso de texto de divulgação científica na educação sexual de adolescentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8. 2011, **Atas...** Campinas, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

DOLZ, J. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2. 2004, Burgos. **Anais...** Burgos, Espanha, 2004.

FAPEMIG - **Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.fapemig.br>>. Acesso em 10 jun 2015.

FERRAZ, W. Radiação UV, sentinelas do clima. **Minas Faz Ciência**, n.52, dez/fev, p. 31-33, 2013.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Contribuições de artigos da revista Ciência Hoje para o ensino de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 2010.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de Química. **Química Nova**, v. 34, n.2, p.354-360, 2011.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Texto de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Revista Alexandria**, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FONSECA, V. Patrulheiras Antipoluição. **Minas Faz Ciência**, n.56, p.24-26, dez/2013 a fev/2014a.

FONSECA, V. “Cinza em tom de verde”. **Minas Faz Ciência**, n.60, p.24-26, p. 32 a 36, 2014b.

FREIRE, A. C. C. M.; MASSARANI, L. A cobertura de ciência para crianças: um estudo de caso em dois jornais brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 101-126, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GABANA, M.; LUNARDI, G.; TERRAZZAN, E. A. Textos de divulgação científica: avaliando uma estratégia didática para o ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. **Atas...** Bauru, 2003.

GIRALDELLI, C. G. C. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando o ensino das ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2008.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.2, p.57-63, 1995.

GOMES, I. **A divulgação científica em Ciência Hoje**: características discursivo-textuais. 287f. Tese (Doutorado em Linguística), Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

GOMES, L. C.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Análise da relação entre força e movimento em uma revista de divulgação científica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 341-353, 2010.

GONÇALVES, A. L. H₂Omem, a fórmula da contaminação. **Minas Faz Ciência**, n.54, jun/ago, p. 30- 32, 2013.

GONÇALVES, E. M. Os discursos da divulgação científica: um estudo de revistas especializadas em divulgar ciência para o público leigo. **Brazilian Journalism Research**, v.9, n.2, p. 214, 2013.

GOUVÊA, G. **A divulgação científica para crianças**: o caso da Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, 2000. Tese (Doutorado em Bioquímica Médica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

GUERRA, A.; MENEZES, A. M. S. Literatura na Física: uma possível abordagem para o ensino de ciências? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Atas....** Florianópolis, 2009.

KEMPER, A.; ZIMMERMANN, E.; GASTAL, M. L. A. Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático pedagógica: o caso da evolução biológica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n.3, p.25-50, 2010.
LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Editora Cortez, 1994.

LOIOLA, L.; ZANCUL, M. S.; BIZERRIL, M. L. A. Uso de texto de divulgação científica no desenvolvimento de temas de Educação em Saúde na Educação de Jovens e Adultos (EJA). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia-SP. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANTOVANI, C. A. Cheiroso e ecológico. **Minas Faz Ciência**, n.58, p. 37- 40, 2014.

MANTOVANI, C. A. Nada se perde, mesmo! **Minas Faz Ciência**, n.61, p. 35- 37, 2015.

MARQUES, F. Novos Tempos. **Minas Faz Ciência**, n.46, p. 6-13, 2011.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G.; ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, M. F. (orgs.). **Ciência e Público**: Caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência-Editora da UFRJ, 2002.

MASSARANI, L. **A divulgação científica no Rio de Janeiro**: algumas reflexões sobre a década de 20. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação), IBCT/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

MASSARANI, L. **La divulgación científica para niños**. Quark: periodismo científico em um mundo diverso, n. 34, out/dez, 2007.

MELO, J. M. Impasses do Jornalismo Científico. **Comunicação e Sociedade**, n.7, p. 21, 1982.
MENEGAT, T. M. C.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Textos de divulgação científica em aula de Física: uma abordagem investigativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6. Florianópolis, 2007. **Atas...**, Florianópolis, 2007.

MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum do Estado de Minas Gerais**. 2013, Disponível em <<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em 2015.

MIRANDA, A. S. Superinteressante: das bancas para a escola. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru, 2005.

MONTEIRO, M. A.; MONTEIRO, I. C.; GASPAR, A. Textos de divulgação científica em sala de aula para o ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4. Bauru, 2003. **Atas...** Bauru, 2003.

MORA, A.M.S. **A divulgação da ciência como literatura**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2003.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: A compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v.12, n.1, p.117-128, 2006.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Org.). **Ciência e público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, 2002. p. 44-64.

MORETO, V. P. **Planejamento**: planejando a educação para o desenvolvimento de competências. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, 2002.

NIGRO, R. G.; TRIVELATO, S. L. F. Leitura de textos de ciências de diferentes gêneros: um olhar cognitivo-processual. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 553-573, 2010.

OCÁRIZ, I.C. **Análise de das Cartas do Leitor de duas revistas jornalísticas de divulgação científica**. Campinas, 2013. Dissertação (Mestrado em Jornalismo), Laboratório de Estudos avançados em Jornalismo, UNICAMP, 2013.

OLIVEIRA, J. R. S. A dinâmica da ciência em artigos de divulgação científica da revista Pesquisa FAPESP. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

PADILHA, R. P. **Planejamento Dialógico**: como construir o projeto político-pedagógico da escola. São Paulo: Cortez, Instituto Paulo Freire, 2001.

PERTICARRARI, A.; TRIGO, F. R.; BARBIERI, M. R.; COVAS, D. T. O uso de texto de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre ecologia a estudantes da educação básica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 369-386, 2010.

QUEIROZ, S. L.; FERREIRA, L. N. A.; IMASATO, H. Textos de divulgação científica no ensino superior de química: aplicação em uma disciplina de Química Estrutural. **Educación Química**, v. 23, n. 1, p. 49-54, 2012.

REIS, J. Divulgação científica. **Revista Espiral – Revista Eletrônica de Divulgação Científica**, ano 7, n. 27,, p. 3, 2006.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...**Bauru, 2005.

RIBEIRO, R.A. **Divulgação científica e ensino de física**: intenções, funções e vertentes. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 47-68, 2012.

ROCHA, M. B.; NICODEMO, J. F. O. Educação ambiental e divulgação científica: o papel da mídia na difusão de conhecimentos científicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. Águas de Lindóia-SP, 2013. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

SALÉM, S.; KAWAMURA, M. R. As perguntas dos leitores nas revistas de divulgação científica: possíveis contribuições ao ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. **Atas...**Valinhos, 1999.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química – Compromisso com a cidadania**. 3 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SARAGÁ, J. Água limpa de verdade. **Minas Faz Ciência**, n.44, p. 45-47,2011.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 1-25, 2005.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A leitura por alunos do Ensino Médio de um texto considerado de alto grau de dificuldade. **Revista Alexandria**, v.7, n. 01, p. 49-73, 2014.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Uma leitura de divulgação científica sobre ressonância magnética no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9. Águas de Lindóia-SP, 2013. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

SILVA, H. C. O que é divulgação científica? **Revista Ciência e Ensino**, v. 2, n. 1, p. 53-59, 2006.

SILVA, J. A.; KAWAMURA, M. R. D. A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula. **Caderno Catarinense de Física**, v. 18, n. 3, p. 316-389, ago. 2001.

SILVA, K.R.; CUNHA, M.B. Química, que mistura: A divulgação científica na sala de aula. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES e III MOSTRA DE EXPERIÊNCIAS E VIVÊNCIAS PEDAGÓGICAS, 3, 2011. **Atas...** Cascavel, 2011.

VASCONCELOS, C. S. **Planejamento**: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico. 5. ed. São Paulo: Libertad, 2000.

VARGAS, C. F. A divulgação científica e os níveis de conhecimento. **Vidya**, v.37, p 105-119, 2002.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica**: um resumo. Guia de divulgação científica, 2004.

VIELLA, M. A. L. Das intenções aos objetivos educacionais. In: CASTANHO, S.; CASTANHO, M. E. (Orgs.). **Temas e textos em metodologia do ensino superior**. Campinas: Papirus, 2006. p. 113-123

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Art Med, 1998.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica**: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica. Campinas: Autores Associados, 2001.

ZAMORANO, R. O.; MORO, L. E.; GIBBS, H. M. Aproximación didáctica a La termodinámica com modelos y literatura de ciência ficción. **Ciência& Educação**, v. 17, n. 2, p. 401-419, 2011.

ANEXOS

Anexo A – Texto A “Fácil, barato e necessário”

Engenharia Sanitária

Fácil, barato e necessário

Sistema de descontaminação de águas que utiliza garrafas PET é alternativa para comunidades sem serviço de tratamento de água

Os três anos que geralmente duram o Ensino Médio são lembrados pelos estudantes por recordações de muitos tipos: provas, professores, amigos, conversas nos intervalos das aulas. Para a ex-aluna do curso técnico em Edificações do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG), Karoline Elis Lopes, esse período será lembrado também como a época em que ela contribuiu para a melhoria da qualidade de vida de muitas pessoas.

Orientada pelos professores Andréa Marques Rodrigues Guimarães, do Departamento de Biologia, e Guilherme Marques, do Departamento de Engenharia Civil, ela desenvolveu o projeto “Construção de um canal com garrafas PET acoplado ao concentrador solar: sistema de contínuo de água solarizada com alternativa para desinfecção microbiológica em estação de tratamento de água”.

Por trás do nome extenso e complicado está uma ideia simples. A iniciativa propõe a confecção de uma espécie de tubulação, similar àquela usada para levar a água das estações de tratamento até as casas, feita com garrafas plásticas tipo PET, ligadas entre si. Essas garrafas são dispostas sobre o concentrador solar, uma estrutura de madeira em formato de “U” que serve de suporte para chapas refletoras.

O objetivo é fazer com que as garrafas recebam o máximo possível de irradiação solar, tanto aquela que incide diretamente sobre a garrafa quanto a refletida pela superfície metálica. Dessa forma, a água nelas contida é aquecida e descontaminada. Para potencializar o efeito do sol sobre a eliminação de micro-organismos, as garrafas são pintadas parcialmente de preto para reter mais calor.

Em linhas gerais, a tecnologia funciona assim: a água de um rio ou córrego utilizada por uma dada comunidade passa por um processo de descontaminação biológica através do aquecimento da água a determinada temperatura. A água captada passa pelas garrafas e chega a um reservatório, onde é armazenada e, ➤

mais tarde, distribuída às casas para ser consumida. Feita de forma quase artesanal, a estação de tratamento tem custos reduzidos e ainda dá um novo destino a garrafas plásticas sem uso.

O projeto foi concebido para atender populações de baixa renda que não têm acesso à água tratada. Hoje, isso corresponde a um total de 12 milhões de casas, ou cerca de 21% das residências em todo o Brasil, de acordo com dados da Pesquisa de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, divulgada neste ano pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Cerca de 8,6 milhões dessas casas estão localizadas na zona rural, onde os moradores têm que recorrer a poços artesianos ou ao transporte manual da água de rios e córregos próximos para suprir suas necessidades não apenas para atividades cotidianas, mas também para consumo. Sem o tratamento devido, água ingerida por essas pessoas se transforma em um veículo para a transmissão de doenças como a amebíase, a cólera e a disenteria, que, em estágios mais avançados e sem diagnóstico, podem levar à morte.

A professora Andréa Guimarães conta que a ideia do projeto surgiu em 2007 graças a duas ex-alunas do curso de Edificações- Júlia Parreiras e Verônica Ribeiro -, que, em uma viagem pelo interior do Estado, repararam no uso de estruturas de garrafas PET para o aquecimento de água numa casa da cidade. O aparato, instalado no telhado do local, serviria para aquecer a água usada para banhos, como uma espécie de aquecedor solar de baixo custo, permitindo a redução da conta de energia elétrica, além de tratar a água, eliminando possíveis agentes causadores de doenças.

"Elas ficaram bastante empolgadas e vieram me perguntar qual era o fundamento daquilo", lembra Andréa. O conceito que explica o uso da tecnologia para a descontaminação é chamado método Sodis (*Solar Desinfecion* ou *desinfecção solar*, na tradução em português). A partir da curiosidade e do interesse das estudantes, a professora viu que aquilo poderia resultar em um projeto de pesquisa. À época, estavam sendo ofertadas duas bolsas para um projeto de Microbiologia, coordenado por Andréa, em parceria com outra professora do departamento. A ideia começou a ganhar forma. Foi definido, assim, o passo a passo que deveria ser seguido para a construção de um aparato que permitisse o tratamento da água, a baixo custo, por aqueles que não têm acesso a esse serviço.

A primeira atividade realizada pelas alunas foi a escolha de um local que servisse de base para pensar como seria o sistema de garrafas PET a ser adotado por uma comunidade.

A intenção era descobrir quais condições prévias deveriam ser

satisfeitas para que a tecnologia fosse aplicada. O lugar escolhido para o diagnóstico foi a cidade de Rio Acima, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, a cerca de 34 quilômetros da capital, e banhada pelo Rio das Velhas.

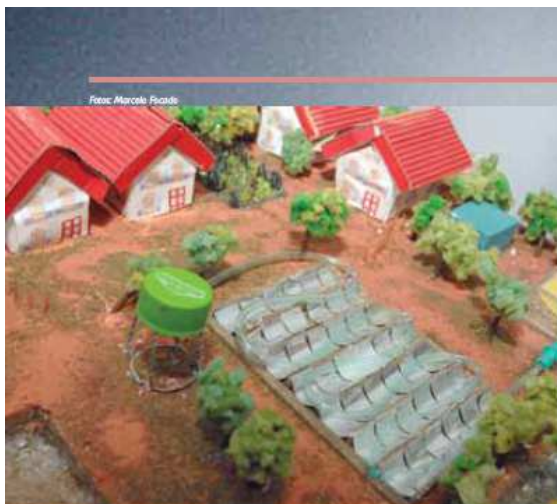
A pesquisa fez um levantamento do nível de escolaridade, das condições sociais e dos hábitos de higiene dos moradores, além de análises microbiológicas da água usada pelas casas e também do rio. O estudo serviu para comparar a capacidade de descontaminação do sistema quando as garrafas PET são dispostas em telhas de amianto, como se faz originalmente, e quando elas são alocadas num coletador; a principal novidade proposta pelas alunas ao método Sodis, já usado em várias partes do Brasil e do mundo para tratamento da água.

Os testes constataram que o uso do concentrador garantia uma eficácia de 99% de purificação da água após duas horas de exposição solar, o que não acontecia com aquelas sobre a telha de amianto. A primeira versão do coletador desenvolvido era feita de papelão, por ser mais fácil de manusear e mais barato. Por outro lado, ele também apresentava desvantagens como a curta duração e baixa resistência a períodos de chuva, motivos pelo qual atualmente é confeccionado com madeira.

O diagnóstico, que compôs a primeira fase do projeto, recebeu uma série de prêmios: o 1º lugar na categoria Ensino Médio do Prêmio Jovem Cientista, na edição de 2008; 2º lugar na Mostratec, uma mostra de projeto interna do Cefet, em 2007; o 3º lugar na categoria Saúde na Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (Febrace) em 2008; além do prêmio Intel ISEF (*International Science and Engineering Fair*), Feira Internacional de Ciência e Engenharia, promovida anualmente pela fabricante de processadores Intel.

De cara nova

Com a formatura da Júlia e Verônica e sua consequente saída do projeto em 2008, foi a vez de Karoline assu-



Maquete mostra o funcionamento da tubulação construída com garrafas PET.

mir o andamento das atividades. Mais do que apenas dar prosseguimento ao que já havia sido feito, ela deveria aprimorar o sistema, acrescentando novidades a ele. Ela explica que se interessou pelo projeto pelo seu caráter social. "Pensar que eu poderia ajudar alguém com minha pesquisa foi minha principal motivação", justifica.

No ponto em que recebeu o projeto, Karoline teve a função de construir um canal de garrafas PET que, acoplado no concentrador solar, seria capaz de manter um fluxo de água acima de 50°C por mais de duas horas a fim de que ocorresse a desinfecção biológica completa.

De acordo com dados obtidos anteriormente, já se sabia que, para que a água ficasse 100% livre de micro-organismos, ela deveria ser aquecida até pelo menos 50°C por pelo menos duas horas. Para isso, Karoline teve que desenvolver uma série de cálculos e simulações matemáticas para determinar qual o fluxo de água e a vazão que atenderia essas condições e, dessa forma, definir a velocidade de filtração da água. Ela também precisou pensar em como tratar a água já utilizada antes dela retornar ao córrego de onde foi retirada. Além disso, ela precisou determinar qual a concavidade ideal do concentrador solar para que a garrafa recebesse a maior quantidade de irradiação solar possível.

Essa nova fase iniciada por Karoline marca uma preocupação maior com a

aplicação da tecnologia. Por isso, os cálculos para dimensionamento da estação de tratamento foram idealizados para suprir as necessidades de uma comunidade rural de dez famílias com até cinco membros, com consumo individual de 47 litros de água ao dia, 55 litros por dia para os animais e outros 309 para uma horta comunitária.

Todos os aspectos matemáticos foram orientados pelo professor Guilherme Marques, que explica que muitos dos conceitos empregados já existiam na literatura da área e que tiveram apenas que ser adaptados para esse caso específico. De posse dos resultados, foi possível construir uma primeira versão do sistema e realizar os testes iniciais.

O protótipo foi composto por quatro garrafas PET unidas umas às outras: o fundo de uma tinha um furo, que foi conectado à tampa de outra, também com um pequeno orifício, por onde passaria a água. Essas garrafas ficavam sobre o coletador de madeira, coberto de chapas metálicas. Um tanque d'água simulou o córrego que alimentaria o sistema.

O protótipo foi testado durante os meses de maio e junho do ano passado no campo de futebol do campus I do Cefet, período em que ocorre a transição do outono para o inverno. O objetivo era analisar qual o risco de que o sistema fosse prejudicado pela ocorrência de dias nublados. "Os resultados que tivemos, mesmo nessa



Um concentrador solar feito de madeira e chapas refletoras potencializa a ação dos raios solares que irão descontaminar a água

época, foram muito positivos. Vimos que seria possível a sua utilização mesmo em dias mais frios", afirma Marques. Chegou-se à conclusão de que, para garantir a total descontaminação da água, ela deveria ser mantida por cerca de seis horas nas garrafas. Para assegurar a qualidade da água devolvida ao curso d'água após o uso, foi incluído um tanque de macrófitas, plantas aquáticas que auxiliariam o processo de purificação da água através do consumo de material orgânico utilizado por bactérias.

O projeto ainda não foi aplicado em nenhuma comunidade, mas Karoline e seus orientadores acreditam que ele poderá ser utilizado em breve. "Os testes que fizemos ainda são em escala laboratorial, precisamos realizar outros em escala-piloto. Para isso, precisamos de mais investimentos", explica. Mas, pelas estimativas preliminares, já foi possível determinar que, para uma pequena comunidade com cerca de 500 pessoas, seriam necessárias 144 garrafas e o custo total da implantação do sistema seria em torno de R\$ 10 mil reais.

A confecção da estação seria feita pelos próprios moradores, que aprenderiam a técnica por meio de cursos promovidos pelos responsáveis pelo estudo. Elas também receberiam lições de educação ambiental e de hábitos de higiene. "O sistema está apto para o uso, mas ainda há muitas possibilidades de aprimorá-lo. Ideias não faltam", diz Marques. Sobre o futuro do projeto, adianta ➤

que, em breve, um novo bolsista dará continuidade ao projeto do ponto em que parou Karoline, que concluiu em 2009 o segundo grau pelo Cefet-MG.

Futura cientista

O impacto da experiência de gerar um produto com finalidade social por meio da pesquisa foi tamanho que Karoline nem pensa antes de dizer a carreira que deseja seguir: a científica. Seu plano é continuar ligada à área de edificações, cursando a graduação em Engenharia Civil, curso para o qual prestará vestibular no final do ano para a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e para o Cefet. "Não tenho preferências, mas gostaria de voltar para o Cefet e, se possível, continuar envolvida com a pesquisa", revela.

O projeto foi fundamental para sua opção pela ciência, e em especial pela área de exatas, mas a vocação já vinha de muito antes - de casa, mais precisamente. Sua mãe é professora de matemática e sempre lhe incentivou a estudar. A oportunidade de aliar estudo, prática e responsabilidade social veio com a oferta da bolsa

do Programa Institucional Bolsa de Iniciação Científica Júnior (PIBIC Jr.) da FAPEMIG. No Cefet, vários editais de pesquisas são lançados, e os alunos escolhem de quais gostariam de participar. São oferecidas anualmente 180 bolsas da modalidade, voltada para os estudantes do Ensino Médio, que mantêm atividades de pesquisa com a carga horária de 20 horas semanais. A bolsa tem valor de R\$ 100 e duração de 12 meses. "Isso dá aos estudantes a oportunidade de se envolver com algo com que se identifiquem de fato", diz Andréa Guimarães.

E envolvimento é algo crucial para o sucesso da pesquisa, como aprendeu Karoline. Seus orientadores faziam questão de reuniões de acompanhamento semanais e que cada ação fosse registrada no "diário de bordo", um caderno com todos os materiais, discussões e referências utilizadas no projeto. "Ficamos extremamente satisfeitos com o desempenho dela e com seu comprometimento. É muito importante esse contato entre professores e alunos porque nenhum dos dois faz nada sozinho", avalia Guilherme Marques. ■

Foto: Marcelo Frazão



Karoline Lopes entre seus professores Andréa Guimarães e Guilherme Marques: os vários prêmios recebidos são reconhecimento ao esforço da equipe e à qualidade do trabalho.

Maratona de prêmios

Durante o ano em que esteve à frente do projeto, Karoline participou de uma verdadeira maratona de feiras e eventos para expô-lo. Saiu de muitos com um prêmio em mãos. Foram 15 premiações, nacionais e internacionais. Um deles foi o Prêmio Google, no qual a estudante recebeu o primeiro lugar e o valor de US\$ 10 mil, além de ter tido a chance de conhecer os Estados Unidos. Karoline revela que usará o dinheiro do prêmio para aprimorar seu inglês. "Eles disseram que deveria gastá-lo com algo que aumentasse meu conhecimento de alguma forma, e o curso será algo muito bom".

Confira as principais premiações:

- 1º lugar na categoria Engenharia e suas aplicações e Prêmio Sustentabilidade Ambiental na XXI META (Mostra específica de Trabalhos e Aplicações) do Cefet-MG 2009
- 1º Lugar em Engenharia (Categoria Projetos Individuais) e 3º Lugar em Destaque Rigor Científico, na Febrace 2010;
- Prêmio Estudantil para Excelência em Geociências da Association for Women Geoscientists e Student Awards for Geoscience Excellence;
- 3º lugar na Categoria Engenharia Ambiental na Intel ISEF (International Science and Engineering Fair), em 2010
- Prêmio especial "National Collegiate Inventors and Innovators Alliance / The Lemelson Foundation" ;
- Menção honrosa do "International Council on Systems Engineering - INCOSE"
- Prêmio Google.

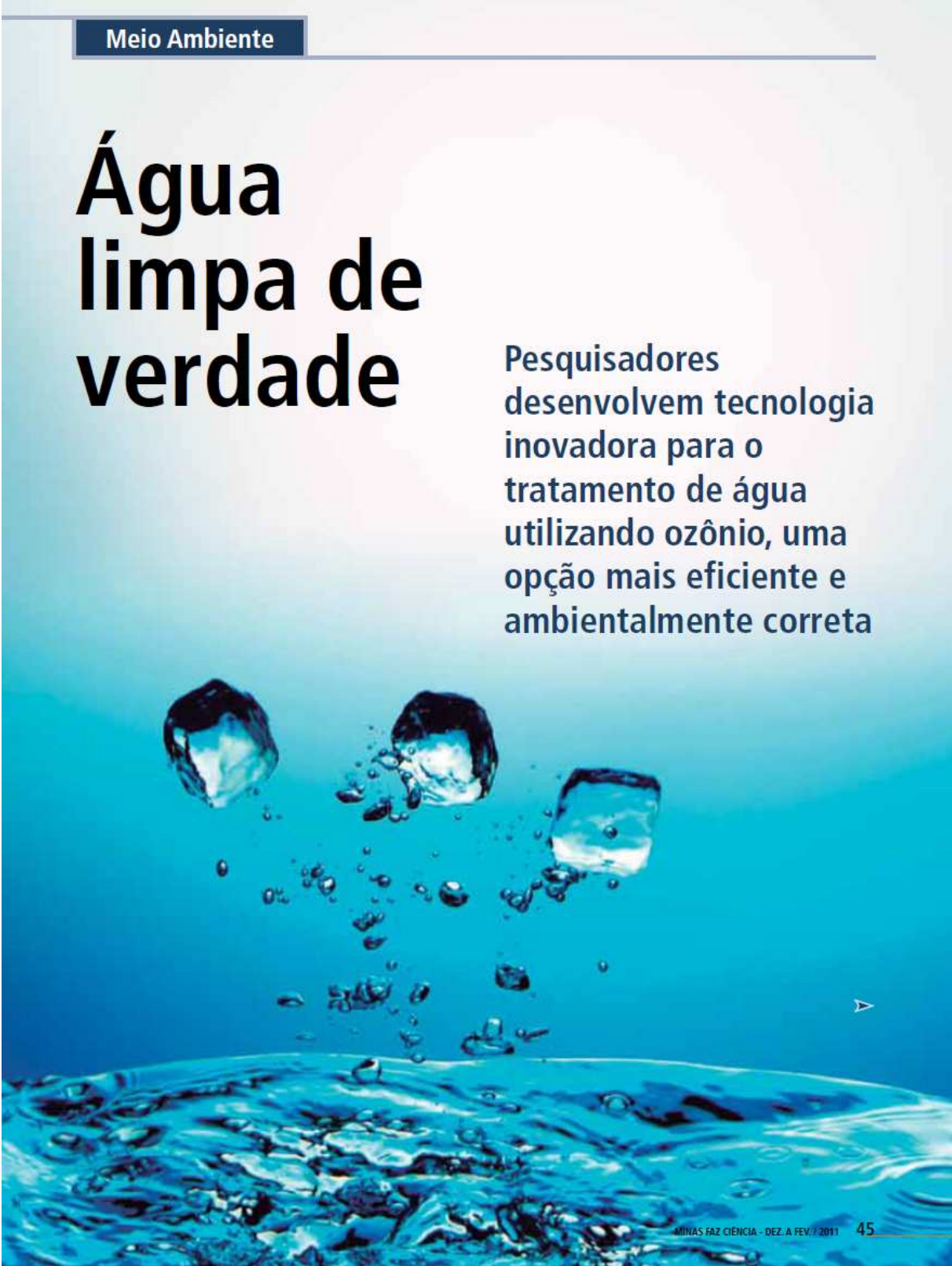
Desiree Antônio

Anexo B – Texto B “Água limpa de verdade”

Meio Ambiente

Água limpa de verdade

Pesquisadores desenvolvem tecnologia inovadora para o tratamento de água utilizando ozônio, uma opção mais eficiente e ambientalmente correta



MINAS FAZ CIÊNCIA - DEZ. A FEV. / 2011 45



Da esquerda para a direita: o coordenador do projeto, Leonardo Morais da Silva e os mestrandos Lindomar Sousa, Fabiano Ramos Costa, Flávia Cristina de Barros e Ismael Carneiro Gonçalves



Sistema eletroquímico para a produção de ozônio

Símbolo da vida, a água é tema de atuais discussões em todo o mundo. As fontes hídricas são abundantes, porém mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são bem maiores que a oferta, causando um desequilíbrio nos recursos hídricos disponíveis. Embora o Brasil seja o primeiro país em disponibilidade hídrica em rios do mundo, a poluição e o uso inadequado comprometem esse recurso em várias regiões do País. Esse impacto ambiental torna necessária a busca de tecnologias para o tratamento de diferentes efluentes, ou seja, produtos líquidos ou gasosos produzidos por indústrias ou resultante dos esgotos domésticos urbanos lançados no meio ambiente. "Buscar soluções para problemas relacionados ao tratamento e controle de poluentes em diversos tipos de efluentes é uma necessidade com caráter de urgência para assegurar que recursos hídricos de boa qualidade estejam disponíveis para as gerações futuras", garante Leonardo Morais da Silva, pesquisador do Departamento de Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Morais coordena um projeto inovador para o tratamento de água utilizando o ozônio, um insumo bem mais eficiente e ambientalmente correto do que o cloro.

O projeto começou em 2007 tendo como objetivo inicial tratar a água captada no Vale do Jequitinhonha. Como já existiam pesquisadores em Minas trabalhando com a qualidade da água nesta região, o grupo mudou o viés do projeto e decidiu desenvolver um equipamento para tratar água contaminada

com produtos químicos, como remédios, pesticidas, agentes contraceptivos, corantes têxteis, e até produtos de beleza e higiene pessoal, considerados poluentes emergentes. "Quando se lava o rosto na pia para retirar um produto de beleza, por exemplo, os resíduos vão para o esgoto e não são eliminados na estação de tratamento. O mesmo acontece com os remédios que não são totalmente absorvidos pelo corpo, sendo excretados através da urina. Estes resíduos saem da estação do mesmo jeito que entram e podem ser altamente nocivos não só para os seres humanos, mas também para as plantas e animais", alerta o pesquisador.

Por que usar o ozônio?

A água oferecida à população é submetida a uma série de tratamentos para reduzir a concentração de poluentes até o ponto em que não representem riscos para a saúde. O tratamento dessa água tem como objetivo, principalmente, remover o material sólido, exterminar microorganismos patogênicos e reduzir as substâncias químicas indesejáveis. Neste ciclo, uma das etapas mais importantes é a cloração, processo que visa eliminar germes nocivos à saúde e garantir a qualidade da água. O grande problema, segundo Morais, é que o cloro associado a resíduos orgânicos, como agrotóxicos, remédios e produtos de beleza, por exemplo, gera subprodutos nocivos. Estas substâncias contaminam a água e representam risco para os seres humanos, peixes, plantas e animais, que delas se alimentam. Um exemplo claro é a água de piscinas, que, aparentemente limpas, possuem matérias orgânicas como a

urina. Essa matéria orgânica associada ao cloro gera subprodutos potencialmente nocivos. Quando essa água é jogada fora provavelmente contaminará rios e lagos próximos. "O cloro é utilizado simplesmente para retirar microorganismos patogênicos e não para remover compostos orgânicos. Quando usamos o ozônio em substituição ao cloro não existe a possibilidade de gerar estes subprodutos nocivos. Embora a ozonização seja um processo um pouco mais caro que a cloração, é muito mais eficiente e ambientalmente correto", esclarece.

Presente em pequenas concentrações na estratosfera (parte de atmosfera que abrange aproximadamente dos 15 até 50 quilômetros de altura), o ozônio (O_3) é um gás à temperatura ambiente, instável, altamente reativo e oxidante. Na Europa, desde o século passado, esse gás, gerado a partir do ar, é utilizado para o tratamento de água. O caráter inovador do projeto em questão é a extração do ozônio a partir da própria água, que é um insumo mais barato. "O Brasil tem várias fontes de água ultrapuras que não precisam ser tratadas. O grande problema são as fontes contaminadas perto de centros urbanos. Por isso, podemos afirmar que a saúde da população melhoraria muito se a água fosse ozonizada. Mas, o País ainda é incipiente neste assunto e a indústria do cloro é muito forte", problematiza.

Estudos comprovam que a maioria desses resíduos orgânicos podem ser considerados como potencialmente mutagênicos e/ou cancerígenos. Segundo Morais, uma pesquisa em Chicago, nos Estados Unidos, acompanhou um grupo de mulheres com câncer de colo de útero e demonstrou que 30% de-

las ingeriram água contendo matéria orgânica clorada. No Brasil, pesquisas apontam que esses compostos orgânicos, distribuídos em rios de algumas regiões do Estado de São Paulo, estão causando mutações genéticas em animais, como é o caso da feminilização de peixes machos. "Esses contaminantes estão por aí nas águas naturais devido às atividades da sociedade moderna altamente industrializada, mas as pessoas fingem que não existem, pois, tratá-los é complicado", aponta.

Tecnologia alternativa

O protótipo desenvolvido foi projetado para tratar em torno de 10 a 25 mil litros de água por hora, utilizando 800 watts de energia, tendo como único insumo a água destilada (água pura sem sais). "A água destilada é colocada no reator, em seguida, aplicamos corrente elétrica. É um processo eletroquímico", explica o coordenador. O ozônio gerado é aplicado diretamente na água que flui pelo reator, tornando possível a produção de água ultrapura para fins diversos. "Realizamos uma série de testes com o reator utilizando

vários tipos de matéria orgânica, como agentes contraceptivos (excretados na urina), e agentes plastificantes (resíduos de produção do plástico). Os resultados foram excelentes", relata.

A tecnologia comumente utilizada para ozonização da água na Europa é denominada Corona. Nesse processo um gás seco, ar ou oxigênio puro é submetido a uma descarga elétrica silenciosa. No entanto, a tecnologia eletroquímica é uma alternativa promissora para a geração de ozônio, pois possui algumas características que não são obtidas com o processo Corona, como é o caso da produção de água ultrapura em condição de circuito fechado (isolado da atmosfera). "Quando começamos o projeto fizemos uma pesquisa no exterior para saber em que tipo de indústria a ozonização está sendo utilizada. Percebemos que a técnica é essencial para a indústria farmacêutica e de semicondutores, já que necessitam utilizar água ultrapura no processo de produção e também na pesquisa de novas drogas e materiais. A água contendo pequenas quantidades de matéria orgânica pode atrapa-

lhar todo o processo de reação química nesse tipo de indústria", explica.

O grupo da UFVJM é o primeiro a trabalhar com essa tecnologia no País, que hoje, para utilizá-la, precisa importar. Recentemente, os pesquisadores fizeram o pedido de patente do protótipo ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) tendo a FAPEMIG como cotitular da invenção. "A intenção inicial é destiná-lo à indústria brasileira farmacêutica e de semicondutores além do uso na desinfecção de águas de piscinas e aplicações envolvendo a ozonioterapia (veja quadro). É um nicho de mercado economicamente viável e algumas empresas já se mostraram interessadas", planeja.

Juliana Saragá

Projeto: Aplicação de Tecnologias emergentes no tratamento de águas para consumo captadas no Vale do Jequitinhonha.
Modalidade: Jovens Doutores
Coordenador: Leonardo Moraes da Silva
Valor: R\$ 29.925,00

Ozonioterapia

A Ozonioterapia é uma técnica que utiliza o ozônio como agente terapêutico em um grande número de patologias. É uma terapia natural, com poucas contra-indicações e efeitos secundários mínimos, se realizada corretamente. Pode ser utilizada para tratar diversas doenças, como, distúrbios da circulação sanguínea, tais como insuficiência arterial e varizes; doenças causadas por vírus, como hepatites virais e herpes; lesões, ferimentos, doenças inflamatórias crônicas como colite e artrite; até em situações de exaustão física e cansaço.

As aplicações do ozônio começaram em 1840. O precursor desse uso foi Werner von Siemens, que em 1857 construiu o primeiro tubo de indução para a destruição de microorganismos patogênicos. O médico alemão Christian Friedrich Schonbein, durante a Primeira Guerra Mundial, difundiu o ozônio no tratamento de feridas em soldados, obtendo excelentes resultados. Em 1915, outro médico alemão, Albert Wolf, escreveu um livro sobre o uso medicinal do ozônio. Durante mais de 50 anos, a Ozonioterapia ficou praticamente restrita à Alemanha e à Áustria. Somente a partir da década de 80 ela se expandiu para outros países. Esta expansão coincidiu com início das pesquisas de laboratório sobre a ação do ozônio, sobretudo com os trabalhos de Bocci na Itália. A descoberta da penicilina e de outros antibióticos fizeram com que o Ozônio fosse afastado do uso na medicina tradicional dos anos de 1940 em diante.

A prática da Ozonioterapia no Brasil não é nova. Começou em 1975 e na década de 80 ganhou mais adeptos e atraiu o interesse de algumas universidades. De 2000 para cá, os estudos ganharam corpo. Há seis anos, a PUC de Minas Gerais pesquisa a técnica em ratos. Em São Paulo também são feitos estudos na Santa Casa de Misericórdia. Em 1996, um projeto de pesquisa sobre o ozônio para fins médicos, veterinários e industriais foi criado no campus Alfenas da Universidade José do Rosário Vellano (Unifenas). Estudos odontológicos realizados ali, como o tratamento bem sucedido de infecções no osso da mandíbula, que geralmente se resolve cirurgicamente, chegaram a ser apresentados em congressos no exterior.

A terapia ganhou mais visibilidade no País a partir de 2004, quando Santo André, no ABC Paulista, sediou a Primeira Conferência Internacional sobre Uso Medicinal do Ozônio. Em abril de 2006, em Belo Horizonte, especialistas de vários países realizaram o primeiro Congresso Internacional de Ozonioterapia. Além de atualizar informações, os médicos brasileiros aproveitaram para lançar as bases da Associação Brasileira de Ozonioterapia (ABOZ). A Prefeitura de Nova Lima, na Grande Belo Horizonte, também vem desenvolvendo projetos de aplicação relacionados à Ozonioterapia. Para mais informações sobre a técnica acesse o site da ABOZ <http://www.aboz.org.br/>.

Anexo C- Texto C “Novos tempos”



ano, 39,5 milhões de brasileiros entraram para a classe C, um aumento de 46,57%. Como fazer para educar esse contingente a consumir menos? "Alguém pode pensar assim: 'Agora que tenho direito ao consumo, você diz para eu não consumir'. Defendemos que no primeiro momento, de transição, a ideia é de estabelecer conscientização e não tolher o acesso ao consumo. Mas ensinar como descartar adequadamente", afirma Carlos Roberto Vieira da Silva Filho, diretor-executivo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), que completou, em 2011, 35 anos e lançou recentemente a revista científica *Conexão Academia*. Especifica para temas de resíduos sólidos, a publicação pretende mostrar ao mercado que há projetos viáveis na área.



Pesquisas em BH, Viçosa e Juiz de Fora mostram como a Ciência pode ajudar com soluções inovadoras para minimizar a geração de lixo e a poluição ambiental

A Abrelpe faz parte daqueles setores da sociedade civil organizada que têm se preocupado com a destinação adequada dos resíduos sólidos. Mas se alguém sugere que uma administração correta dos resíduos pode solucionar problemas sociais e até econômicos, Carlos Vieira adverte: "É preciso um pouco de cautela com essa informação. Histórica e mundialmente o resíduo sólido dá certa sustentabilidade para o negócio. Mas o ciclo necessário - fazer coleta, destinação e transporte do resíduo - é muito mais caro que o valor de venda desse resíduo. Ainda não se conseguiu dar essa sustentabilidade inteiramente". Para o diretor-executivo da Abrelpe, o foco deve ser o incentivo para implementar ação direcionada ao Lixo Zero com vistas a reduzir quantidade de resíduo, portanto, reduzindo o gasto. "O meio ambiente não é inimigo, é aliado", observa.

O conceito de Lixo Zero (*leia mais na página 12*) é novo no Brasil. "O processo de não-geração de lixo se dá com a mudança de hábitos das pessoas e por isso, respeitando-se a particularidade de cada caso, o sucesso desse programa não dependerá tanto dos processos, mas da conscientização dos atores", avalia Gustavo Sabatini, da Novociclo Ambiental, uma das organizadoras do evento em Santa Catarina.

Para Sabatini, a consciência de que você é responsável por suas escolhas, do impacto de sua existência, da responsabilidade sobre os resíduos proveniente de seu consumo, e a Educação para que você possa ter conhecimentos de métodos e práticas, permitem que você chegue ao lixo zero autonomamente.

Contudo, diminuindo os resíduos e a possibilidade de coleta seletiva, o trabalho dos catadores talvez perdesse o sentido. Em outras palavras, o Lixo Zero não produziria esse efeito colateral de acabar com o trabalho dos catadores? "No Brasil foi criada uma classe que passou a viver dessa ação de catar o lixo. Isso tende a ser superado e esse contingente passa a ser incluído no processo, passa a ser empreendedor

— não mais a catção, mas a valorização", responde Carlos Vieira, da Abrelpe.

Sabatini concorda: "O sistema que propomos prevê a erradicação da atividade de catção de rua através da profissionalização da classe e da incorporação dos catadores no sistema Lixo Zero, o qual é muito mais viável economicamente que o sistema atual".

A Ciência não fica de fora quando se trata de soluções inovadoras para minimizar a geração de lixo e a poluição ambiental ou mesmo de abordagem dos trabalhadores desse campo. A MINAS FAZ CIÊNCIA acompanhou quatro pesquisas em desenvolvimento ou já concluídas — em BH, Juiz de Fora e Viçosa — que tratam, de diferentes formas, da questão. Os coordenadores desses projetos também opinaram sobre o conceito Lixo Zero.

O professor Cláudio Cançado, um dos pesquisadores consultados, concorda com o fato de que a possibilidade de termos uma sociedade com "lixo zero" existe. Mas, para o pesquisador, ela está longe de ser viável, ainda. O principal fator para que isso demore a ocorrer é a (falta de) educação da população. "Se não mudarmos a visão consumista da população e a sua visão do processo de transformação de matéria e energia para a concepção dos nossos bens de consumo, de nada adianta as demais ações de controle e tratamento dos resíduos sólidos urbanos", avalia.

Outro pesquisador, Alisson Carraro Borges, entende que seu projeto pode contribuir, a longo prazo, para uma realidade em que todos os resíduos sejam reusados, reciclados e/ou reduzidos. "Acredito que nossa missão é dar a oportunidade para que nossos netos vivam em um mundo igual ou melhor que o nosso. Uma pesquisa é apenas uma pequena parte de um todo, mas é assim que devemos trabalhar, entendendo melhor os fenômenos da natureza (com a Ciência) e agindo em escala local: aqueles que trabalharam no projeto certamente selecionam sua 'Forsu' (lixo molhado), pois sabem que a outra parte deve ser reciclada/reaproveitada para não saturar o aterro da cidade".

Acompanhe, nas próximas páginas, a reportagem completa.



Os resíduos têm poder (energético)

Os resíduos sólidos urbanos podem vir a ser uma fonte inesgotável de energia, pois estão sendo gerados continuamente. Quanto maior o município e sua população, maior será o seu potencial de geração de energia por meio desses resíduos. A decisão sobre o sistema de disposição final dos resíduos adotado para uma cidade deve ser precedida de uma avaliação criteriosa das opções disponíveis. A partir dessas premissas, o pesquisador e professor Cláudio Cançado, da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec), propôs a pesquisa "Levantamento do potencial energético dos resíduos sólidos de Belo Horizonte".

A utilização do potencial energético dos resíduos sólidos é possível em processos como biogás (gerado em aterros sanitários e composto de 40 a 55% de metano), pirólise (sistemas térmicos como os reatores) e arco de plasma (forma especial de material gasoso que conduz eletricidade).

Esta pesquisa pode contribuir no estudo de viabilidade técnica e econômica, principalmente na avaliação do potencial energético de cada regional e do próprio município de BH, o qual se mostra como base para se estimar a energia a ser gerada. "É muito importante avaliar se os investimentos nestas tecnologias podem ser sustentáveis ao longo do tempo, pois requerem grande capital inicial e pessoal especializado", observa Cançado. De acordo com ele, outro ponto importante é a questão tarifária, a qual envolve o recebimento dos resíduos sólidos e a geração de energia elétrica, e o retorno destes investimentos. "O sistema deve, pelo menos, ser autossustentável, e, dentro deste escopo, deve-se analisar também a questão da escala, isto é, a quantidade de resíduos sólidos gerada, pois quanto maior a escala, maior a viabilidade do empreendimento". Em BH são geradas diariamente aproximadamente 4.300 toneladas de resíduos sólidos urbanos.

Para levar a cabo o estudo, o pesquisador dividiu o município em nove regionais, a partir de uma estratificação socioeconômica em cinco classes de renda (A, B, C, D e E). A pesquisa levanta outra questão importante: é viável pensar que o potencial energético de uma região de classe alta pode diferenciar

pouco do de uma de classe C, por exemplo? "A princípio, sim", diz Cançado. De acordo com o pesquisador, o poder aquisitivo da população interfere diretamente em seu consumo e, consequentemente, no seu resíduo sólido gerado. "Entretanto, observa-se, de uma maneira geral, no lixo da população o grande desperdício de alimentos em todas as classes sociais. Para confirmar tal afirmação, do ponto de vista estatístico, deve-se fazer um estudo de composição do lixo (estudo gravimétrico) e avaliar o seu potencial energético para verificar se há diferença significativa entre eles. O esperado é que o resíduo sólido das classes mais altas tenha uma diferença significativa em relação às classes mais pobres", afirma.

O trabalho coordenado por Cançado chegou, até o momento, às seguintes conclusões: a composição dos resíduos está diretamente relacionada ao seu desenvolvimento socioeconômico. Os valores obtidos de Potencial Calorífico Superior (PCS) dependem da composição dos componentes presentes nos resíduos sólidos urbanos. No caso de Belo Horizonte, a composição geral média dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), em sua grande maioria, é formada, principalmente, de matéria orgânica, papel e plástico (aproximadamente 85%). O valor médio do PCS obtido para o município de BH foi de 4.900 kcal/kg, para uma umidade de aproxi-

madamente 7%. Como esses materiais são formados basicamente de carbono e hidrogênio, esses dois elementos é que mais contribuem para a elevação do valor de PCS obtido para os RSUs da capital mineira.

O valor de PCS obtido indica que o aproveitamento energético do RSU de BH pode ser viável do ponto de vista econômico, recomendando-se estudos técnicos e econômicos mais aprofundados para comprovar tal viabilidade. Quanto a esse ponto, Cançado levanta outra questão: "A avaliação da viabilidade deve levar em conta a cadeia da reciclagem. Algumas perguntas devem ser feitas quando da opção por geração de energia elétrica através dos RSUs: Como fica a cadeia da reciclagem? Deve-se retirar o resíduo potencialmente reciclável, o qual, geralmente, possui um PCS mais elevado? Como fica a questão do catador? Como aliar a questão social, ambiental e econômica?".

O poder calorífico indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima completa. É dividido em Poder Calorífico Superior (PCS) e Inferior (PCI).

O PCS é aquele em que a quantidade de calor é medida com a água gerada na queima na fase gasosa. O PCI é a energia efetivamente disponível por unidade de massa de combustível após deduzir as perdas com a evaporação de água.

Foto: Fabiano Marques



Cláudio Cançado: "pergunte-se qual a última vez que você comprou alguma coisa realmente necessária"



Biodigestor: energia que “limpa” o lixo

É possível desenvolver um modelo de tratamento de resíduos orgânicos com viabilidade técnica e econômica de disseminação no Brasil, dando um destino correto à maior fração presente nos resíduos urbanos? Luis Felipe Colturato, diretor executivo/CEO da Methanum Resíduo e Energia, empresa de Engenharia focada na recuperação energética de resíduos e efluentes, acredita que sim. “Além disto, ao tratarmos os resíduos orgânicos, estaremos favorecendo a ampliação da reciclagem dos outros materiais presentes nos resíduos, uma vez estes não estarão contaminados com a matéria orgânica. O Brasil está em uma posição privilegiada na busca por uma sociedade mais sustentável, e queremos ajudá-lo a mostrar que desenvolveremos tecnologias de grande apelo social, ambiental e econômico”, afirma.

O objetivo principal do projeto “Desenvolvimento e Construção de Unidade Piloto de Tecnologia Nacional de Metanização de Resíduos Sólidos Urbanos Aplicável a Pequenos e Médios Municípios” é o desenvolvimento de uma tecnologia nacional de metanização aplicável às cidades de médio e pequeno porte - o que representa cerca de 90% dos municípios de Minas Gerais, com menos de 50.000 habitantes.

Essa nova tecnologia busca reduzir os problemas ambientais e de saúde pública, ao mesmo tempo que possibilita a geração de energia renovável - o biogás, considerado o biocombustível mais limpo atualmente, e que pode ser aproveitado de distintas maneiras (energia elétrica, térmica etc). A metanização também é denominada de digestão anaeróbia ou biodigestão.

O propósito de Colturato e sua equipe é construir, operar e monitorar um digestor em escala piloto, com capacidade de tratamento de uma tonelada por dia, que será instalado no Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para tratar os resíduos orgânicos gerados nas cantinas e nos restaurantes do Campus. O biogás gerado será convertido em energia elétrica para iluminação da área. “Temos grande expectativa neste projeto, que é resultado de uma ampla investigação técnica e científica no tema”, observa Coltu-



Digestores anaeróbios em escala piloto (recipientes de 200 litros), gasômetros para medição do biogás (confeccionados com tubos de PVC brancos) e sistema para coleta de percolado (galões de 20 litros).

rato. A previsão é que já no primeiro semestre do 2012 o digestor esteja em operação.

O pesquisador diz acreditar no conceito de Lixo Zero. “Claro que muita coisa deve ser feita, principalmente, em nível industrial. A principal questão do lixo é: não gerar; e se gerar, gerar algo que seja passível de reaproveitamento, reciclagem ou tratamento”, ressalta. Colturato comenta que o foco principal de sua pesquisa é a matéria orgânica, que representa mais de 50% em peso do lixo gerado no Brasil. “É curioso, pois vemos vários programas de reciclagem que simplesmente esquecem desta fração e priorizam o lixo inorgânico. Vale lembrar que é a fração orgânica que gera maus odores, produz gases do efeito estufa, gera o chorume (líquido decorrente da decomposição da matéria orgânica) que contamina solos e corpos hídricos, atraem macro e microvetores e causam doenças”.

Além disto, os orgânicos representam mais da metade do lixo produzido e, em contato com outros materiais, como plásticos e papéis, inviabiliza a reciclagem deles. “O que estamos fazendo é tra-

balhar com o conceito *Waste to Energy*. “Podemos gerar energia limpa (biogás), composto orgânico, créditos de carbono, emprego e renda para a comunidade local se direcionarmos esta matéria orgânica a sistemas de tratamento via metanização. E é este nosso principal objetivo”.

Na visão de Colturato, o que era problema pode virar solução: lixo vira subproduto de valor agregado. Vale ressaltar que conseguindo dar um destino adequado à fração orgânica, a reciclagem dos outros materiais (plásticos, papéis, vidros, metais, etc), como dito antes, é facilitada, pois o lixo estará muito mais “limpo”, passível de reciclagem.

“É importante lembrarmos que o que é lixo hoje foi um produto anteriormente. Mas ainda mais importante é lembrarmos que este lixo poderá se constituir em produto novamente. A garrafa de água que bebemos em um minuto, de repente, vira lixo. E a partir daí passa a ser mal vista. Isto está errado, e é neste conceito que estamos trabalhando, o lixo é matéria-prima que deve ser aproveitada”, avalia.



Sementes que aceleram

a fermentação dos resíduos

Com o esgotamento de seu aterro sanitário, Belo Horizonte passou a fazer uso do aterro de Sabará. Em Viçosa, há o aterro de Siriquite, mas a área disponível está se esgotando. Os aterros, contudo, são exceção. Infelizmente, em várias cidades do Estado, os

Foto: Alisson Carraro Borges / Arquivo



Resíduos coletados de restaurante universitário, sacolão e feira popular, em Viçosa

resíduos ainda são dispostos em locais inapropriados. Em Minas Gerais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) está à frente do projeto "Minas sem lixões", que visa erradicar a disposição de resíduos em lixões. Segundo a Feam (dados de 2010), 36,58% dos 853 municípios mineiros se utilizam de lixões, e apenas 7% fazem uso de aterro sanitário regularizado.

Atualmente, em vários países tem sido observada a tendência de imposição de reduções nas quantidades da fração orgânica nos resíduos sólidos urbanos (Forsu) a serem depositados em aterro sanitário. "Isso significa que a técnica de aterramento tem um limitante que é a área. Em vários países e cidades que não dispõem de área suficiente, os órgãos ambientais tem sugerido o tratamento e disposição da Forsu em digestores anaeróbios", afirma o pesquisador Alisson Carraro Borges, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (DEA/UFV).

Borges coordenou, de 2008 a 2009, o projeto "Recuperação energética da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos via sistemas em batelada: influência do uso de diferentes inóculos". O projeto abordou o tema "co-digestão", que seria o uso de inóculos (algo como uma semente, um catalizador) para tornar mais rápida a fermentação dos resíduos sólidos urbanos (o nosso "lixo" orgânico doméstico). Um sub-produto interessante deste processo é o metano (CH_4), que é combustível.

O pesquisador explica que digestores anaeróbios são reatores projetados para o tratamento dos resíduos sólidos nos quais a operação se dá na ausência de oxigênio: "Devido ao fato de não haver gastos com aeração e por conta da possibilidade de reaproveitamento do biogás gerado no processo, eles podem ser considerados como plenamente viáveis economicamente". E completa: "a expressão 'em batelada' significa dizer que são tratadas certas quantidades em um intervalo de tempo, sem entrada e saídas contínuas, ou seja, o tratamento é feito em 'ciclos'".

Segundo Borges, nos aterros sanitários também ocorre a digestão anaeróbia. A diferença é que nos digestores se podem implantar taxas mais elevadas, ou seja, o processo de tratamento pode ser mais rápido, e como consequência, pode ser feito com menor demanda de área física.

Existe uma relação direta entre os digestores e o biogás, que é um dos subprodutos da digestão anaeróbia e é formado por metano, gás carbônico e outros gases. "Como vantagem, você tem a possibilidade de uso energético do metano e de obtenção de créditos de carbono. Como desvantagem, dependendo da composição dos resíduos, você pode observar na composição do biogás, uma pequena, mas corrosiva e fétida, quantidade de gás sulfídrico", observa.

Em sua pesquisa, Borges comprovou que o uso de inóculos pode tornar mais rápida a fermentação dos resíduos sólidos urbanos. "Em nosso projeto, nós estudamos a co-digestão de resíduos da pecuária (estrupe) junto com resíduos sólidos urbanos. Esse material em co-digestão (inóculo) ajudou no processo, pois forneceu umidade, tamponamento e maior atividade biológica nos reatores".

Para que essa estratégia se efetivasse, foram adicionadas quantidades semelhantes de inóculos em quatro digestores anaeróbios operados em escala piloto. Ao final do experimento, foram feitas avaliações sobre o desempenho e estabilidade de cada um deles.

Os resíduos foram coletados de um restaurante universitário, um mercado tipo sacolão e em uma feira popular de Viçosa. Depois do processo de pesquisa relacionado com os resíduos de cada um desses locais, quais as principais conclusões a que se chegou? É Borges quem responde: "Na verdade, foi feita uma mistura desses resíduos, que seguiu uma 'receita' internacional. Isso foi chamado então de 'Forsu simulada'. Parece estranho você comprar resíduos e misturar para estudar, mas as comparações com outras pesquisas são mais precisas quando usamos a mesma 'receita'".



Catador: homem, analfabeto, mais de 40 anos

"O modo de cuidar da saúde do catador deve ser com a mesma atenção que é prevista na Constituição Brasileira (saúde como direito de todo cidadão – conceito ampliado de saúde-doença). Assim, deveria ser realizado com igualdade a todo e qualquer cidadão brasileiro. A sua pergunta já demonstra o quanto este trabalhador é discriminado e excluído da sociedade".

A fala é da professora da Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal de Juiz de Fora, Maria Cristina Pinto de Jesus. Ela reagia à pergunta do repórter: "De que modo cuidar da saúde do catador pode contribuir para uma sociedade com 'Lixo Zero' (ou seja, em que todos os resíduos sejam reusados, reciclados e ou reduzidos)?" Ao lado de mais dois professores da UFJF, Sueli Maria dos Reis Santos (Enfermagem) e José Gustavo Francis Abdala (Engenharia), Maria Cristina desenvolve atualmente a pesquisa "Qualidade de Vida de Catadores de Materiais Recicláveis em Juiz de Fora, Minas Gerais".

A primeira fase do projeto já está concluída. Nela, foi avaliada a qualidade de vida do grupo de catadores de material reciclável da cidade. Entre as principais doenças e sintomas identificados nos catadores destacam-se hipertensão, diabetes, alcoolismo, tabagismo, dores articulares e dor de dente.

Dos 96 catadores entrevistados, 71,9%, são do sexo masculino; 66,7% têm

acima de 40 anos de idade; 79,2% moram sozinhos ou com a família, isto é, não são moradores de rua; 58,3% dos catadores vivem sem companheiro(a); 75% são analfabetos ou possuem o ensino fundamental incompleto; 57,3% trabalham somente com a catação de materiais recicláveis e 49% possuem até três filhos.

De acordo com a pesquisa, entre os fatores que influenciaram a autopercepção negativa de qualidade de vida de catadores de materiais recicláveis, alguns se destacam no elenco das variáveis sociodemográficas: a idade, a escolaridade e a situação de moradia.

"O jovem catador avaliou mal sua qualidade de vida e isto nos remete a pensar que, por ser jovem, pode ter a perspectiva de melhoria nas condições de vida. Estes se envolvem com esta atividade laboral, contudo não demonstram satisfação e conformismo com as atividades de catação, até mesmo porque não são valorizados como trabalhadores", avalia Maria Cristina.

De acordo com a pesquisadora, o maior grau de escolaridade de alguns catadores propiciou uma pior percepção da qualidade de vida, o que não aconteceu com aqueles que apresentavam menor grau de formação escolar ou analfabetismo. "Pode-se inferir que o nível de escolaridade influencia o indivíduo a avaliar para melhor ou pior sua condição de vida, considerando

contexto social e o enfrentamento das dificuldades de sobrevivência", afirma.

"Apesar de estarem limitados a um município de Minas, os resultados da pesquisa se constituem em subsídios para a revisão e o fortalecimento de políticas públicas destinadas aos catadores de materiais recicláveis, na medida em que contribuem para reflexões acerca da necessidade de garantir seus direitos de trabalhadores e de cidadania", observa.

Na segunda fase do projeto, ainda em andamento, foram realizadas dez oficinas com os catadores, de março a agosto deste ano. Alguns temas discutidos nas oficinas foram "Hábitos de saúde", "Catador como agente de saúde" e "Ergonomia e Trabalho".

Um dos objetivos do projeto é promover alterações na situação de vida da classe, a partir de uma intervenção educativa. Dessa forma, o estudo se preocupa em conscientizar o catador sobre sua realidade e trazer soluções para melhores condições de trabalho. Como isso é feito? "A questão de viabilizar mudanças de comportamento, neste caso, nos parece um projeto a longo prazo; estamos fornecendo equipamentos de proteção individual e materiais para os catadores, porém, o contexto de vida deles não facilita a aquisição e consolidação de novos comportamentos favoráveis a uma melhor qualidade de vida", ressalta.



Rumo a uma cidade **Lixo Zero**

Lixo Zero. Juntas, as duas palavras podem soar como utopia. Mas não para Rodrigo Sabatini, presidente da Novociclo Ambiental, de Florianópolis. "Lixo Zero significa projetar e gerenciar produtos e processos para evitar e eliminar sistematicamente o volume e toxicidade dos resíduos e materiais, conservar e recuperar todos os recursos, e não queimá-los ou enterrá-los", explica o empresário, que, junto com o Instituto Lixo Zero Brasil (ILZB), da mesma cidade, organiza o Encontro Jovem Internacional Jovem Lixo Zero, que ocorrerá em outubro deste ano, na capital de Santa Catarina.

Na avaliação de Sabatini, Lixo Zero é uma meta que, de forma ética, econômica, eficiente e visionária, orienta as pessoas a mudarem seus estilos de vida e práticas sustentáveis para emular os ciclos naturais, em que todos os materiais descartados são projetados para se tornar recursos a fim de que outras pessoas os usem. Na definição da Aliança Internacional pelo Lixo Zero (*Zero Waste International Alliance*), o objetivo é estabelecer uma meta para o desvio total de material para aterros ou incineradores. "No Brasil, o conceito básico propagado por mim e pelo Instituto Lixo Zero é 'parar de descartar, e passar a encaminhar' os resíduos oriundos do seu consumo", afirma Sabatini.

O presidente da Novociclo explica que o conceito Lixo Zero foi publicado pela primeira vez em nome de uma empresa, Zero Waste Systems Inc. (ZWS), fundada pelo engenheiro químico Paul Palmer na década de 1970 em Oakland, Califórnia. Naquele tempo, a ZWS

tinha como objetivo encontrar novos destinos para grande parte das substâncias químicas excedentes da indústria eletrônica emergente. Mais tarde, com base nos ensinamentos do ZWS, Paul Palmer fundou o Instituto Lixo Zero (ZWI). De acordo com Sabatini, Paul Palmer defende que a reciclagem é como um apêndice para a criação de lixo e da indústria do lixo, e também rejeita todas as tentativas de reutilização de lixo ou qualquer tipo de resíduo. Em vez disso, ele chama a atenção para o re-desenho (do inglês, *redesign*, ou *ecodesign*) no qual todos os produtos e processos da indústria e comércio, sejam repensados para aumentar o ciclo de vida dos produtos e minimizar o desperdício, até que a reutilização ou reciclagem sejam desnecessárias.

Além de incentivar a economia do não-lixo, que promove o desenvolvimento de novos mercados e tecnologias industriais para o processamento de materiais, o Lixo Zero atua no início da cadeia de resíduos, preferencialmente com a não-geração deles. "Esta ação tem consequências diretas no prolongamento da vida útil dos aterros, que é um dos principais problemas das cidades hoje, e na extinção dos impactos resultantes da disposição inadequada de resíduos", observa Sabatini.

Das 67 milhões de toneladas de lixo que são geradas anualmente no Brasil, estima-se que somente 5% não poderiam ser reaproveitados, reutilizados ou reciclados antes de serem depositados em lixões ou aterros sanitários e, portanto, os resíduos produzidos diariamente nos municípios podem ser encaminhados corretamente para

a reutilização ou reciclagem, aumentando o ciclo de vida dos materiais e garantindo a sustentabilidade dessa cadeia.

Em todo o mundo já há diversas cidades que adotam o "Lixo Zero" como meta. De acordo com a *Zero Waste International Alliance*, são municípios de países como os Estados Unidos (especialmente a Califórnia), Canadá, Nova Zelândia, Itália, Inglaterra, África do Sul, Filipinas, Índia e Japão. Na América do Sul, apenas Buenos Aires, na Argentina.

"É importante lembrar que 'Lixo Zero' é uma meta e faz parte de um processo. Ninguém vira 'Lixo Zero' do dia para a noite, é preciso uma reeducação que envolva a mudança de hábitos da população, juntamente com a disponibilização de infraestrutura e serviços adequados para cada um exercer sua cidadania", ressalta Sabatini.

Ainda não há nenhuma cidade que tenha adotado o "Lixo Zero" no Brasil. Exceto Florianópolis - por meio da ONG Floripermanha e do Instituto Lixo Zero Brasil -, que encampou a bandeira "Rumo ao Lixo Zero". O projeto prevê a readequação dos serviços de limpeza pública, voltada à promoção da reciclagem e da reutilização de materiais, minimizando o envio de lixo ao aterro sanitário da cidade em 30% até 2020.

"Para que se dê um destino correto a qualquer resíduo, é importante lembrar que ele deve ser ou reciclável, ou reutilizável", observa o diretor executivo do ILZB, Gustavo Abdalla. Em sua opinião, quando falamos em reutilizável, não podemos contar com que haja um artesanato local para dar vida a um novo produto, seja em forma de arte ou de utilidade. Neste caso, falamos em embalagens retornáveis ou aquelas que podem ser reabastecidas com um refil, desde que a embalagem do mesmo também seja reciclável.

"Tudo isso parte da consciência das pessoas no momento da compra. Quem compra é que deve ter a consciência de pensar no encaminhamento daquela embalagem que um dia ficará vazia. Portanto, antes da Ciência, precisamos trabalhar com a consciência das pessoas e, aí sim, consequentemente, a indústria e a Ciência terão que se adaptar ao meio para não perder mercado", comenta Abdalla.

Um novo ciclo de ações



Portas abertas para o futuro

É uma manhã de quinta-feira de meados de setembro deste ano. Dois monitores do programa Portas Abertas, André Rodrigues Caldeira, 20 anos, e Davi Leonardo Reis da Silva, 19 anos, orientam alguns participantes da iniciativa do Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR), no bairro Esplanada, região Oeste de Belo Horizonte.

Nesse mês, as oficinas oferecidas eram as seguintes: Vaso Tetra Pak, Caixa de Presente, Puff de garrafa PET, Papel Artesanal. O público, guiado por André e Davi e formado por jovens e alguns adultos, recebia orientações sobre consumo consciente por meio de atividades práticas de educação ambiental.

Outras finalidades do Portas Abertas são, entre outras, buscar possibilidades de não-geração, reutilização e reciclagem de resíduos; identificar as alternativas tecnológicas de tratamentos e disposição adequados; e conhecer as regulamentações mais atuais que indicam os caminhos básicos para a correta disposição final dos resíduos domésticos.

Recondicionamento e Manutenção de Computadores

Para o curso de Recondicionamento e Manutenção de Computadores é feito um processo seletivo com teste de Matemática, Português e Noções Básicas de Informática.

Para os demais cursos, o público-alvo são profissionais das áreas de atividades afins, estudantes de cursos técnicos e superiores, universo acadêmico, instituições públicas, empresariais e da comunidade.

André e Davi estão no CMRR desde abril de 2010, e, além de atuar na monitoria, são oficinairos do CMRR, trabalhando com materiais recicláveis.

Um pouco mais à frente, o professor Fernando Souza orienta alunos de 16 a 29 anos, no curso "3 Rs PCs" (voltado para a reutilização de eletroeletrônicos, e que depois são destinados a escolas e entidades), um dos que são oferecidos atualmente pelo CMRR e que já capacitou, até julho de 2011, 252 jovens.

Atualmente são oferecidos cursos relacionados a resíduos orgânicos e direcionados a Associações e Cooperativas de Catadores de Materiais. Há também três cursos de qualificação em Gestão de Resíduos Recicláveis: Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição, Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e Curso sobre a Política Nacional e Estadual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

De acordo com o coordenador de capacitação, Daniel Lima Dias, de 2007 a 2009 o CMRR ofereceu o Curso de Gestão e Negócios de Resíduos, capacitando 339 alunos. Depois, este curso foi transformado em Curso Técnico em Meio Ambiente, realizado de setembro de 2009 a agosto de 2010, com 54 participantes formados.

O Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) é um programa do Governo do Estado de Minas Gerais, e se apresenta oficialmente como "núcleo irradiador de informações, projetos e parcerias com a finalidade de estimular a reflexão, a ação da cidadania para os desafios da gestão integrada de resíduos e a articulação entre os setores público, privado e terceiro

setor na promoção do consumo consciente, na reutilização e na reciclagem de resíduos".



Daniel Dias, ao lado de obra reciclável, no CMRR



PROJETO: "Recuperação energética da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos via sistemas em batelada: Influência do uso de diferentes inóculos"
COORDENADOR: Alisson Carraro Borges
MODALIDADE: Programa Pesquisador Mineiro
VALOR: R\$ 31.080

PROJETO: "Desenvolvimento e Construção de Unidade Piloto de Tecnologia Nacional de Metanização de Resíduos Sólidos Urbanos Aplicável a Pequenos e Médios Municípios"
COORDENADOR: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo
MODALIDADE: Pesquisas sobre Mudanças Climáticas no Estado de Minas Gerais
VALOR: R\$ 227.430

PROJETO: "Levantamento do potencial energético dos resíduos domiciliares e comerciais urbanos do município de Belo Horizonte"
COORDENADOR: Cláudio Jorge Cançado
MODALIDADE: Edital de Resíduos Sólidos
VALOR: R\$ 119.402

TIPOS DE LIXO	RESPONSÁVEL
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura
Público	Prefeitura
Serviços de saúde	Gerador (hospitais etc.)
Industrial	Gerador (indústrias)
Portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários	Gerador (portos etc.)
Agrícola	Gerador (agricultor)
Entulho	Gerador

Fonte: Prefeitura de São Paulo

Anexo D – Texto D “Sentinelas do clima”



GEOCIÊNCIAS

Sentinelas do clima

Pesquisa da Unifei reúne profissionais de diversos campos do conhecimento em investigação sobre os efeitos da incidência da radiação UV no Brasil e na América do Sul

William Ferraz

Desde os primórdios da história, percebe-se o especial deslumbramento do ser humano pelo Sol. A fulgente imponência do Astro Rei fez dele objeto de investigação e veneração em várias civilizações – muitas das quais lhe atribuíram a aura de entidade sobrenatural. A evolução do conhecimento e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia permitiram estudos cada vez mais minuciosos sobre a grande estrela. Hoje, compreende-se que a atividade solar é indispensável à Terra. Dentre os diversos fenômenos a afetar a vida no planeta, a emissão da radiação ultravioleta é um dos que mais se evidenciam, pelo paradoxo acerca de seus efeitos: se, por um lado, tais emissões são essenciais à manutenção da vida, por outro, o excesso de exposição às radiações pode se revelar altamente nocivo à saúde humana.

As regiões terrestres de baixa latitude – próximas à Linha do Equador – são as mais expostas à incidência da radiação ultra-

violeta, cujos efeitos têm implicações na qualidade de vida da população, além de interferir nas atividades socioeconômicas, a exemplo da agricultura e da pesca. Quase todo o território brasileiro está sujeito à grande incidência de radiação UV. Logo, o desenvolvimento de estudos neste campo é de extrema relevância para a economia e a saúde da população.

Essa foi a força motriz a estimular a criação da linha de pesquisas interdisciplinares desenvolvida por equipe de especialistas da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), que, sob a coordenação do professor Marcelo de Paula Corrêa, dedica-se a investigar o fenômeno da radiação e seus efeitos. Segundo Corrêa, “os impactos da radiação UV na comunidade brasileira são muito grandes. No Brasil, o câncer de pele corresponde a cerca de 25% dos casos diagnosticados no país, e essa radiação proveniente do Sol é o maior agente causador”, ressalta. Isso sem considerar os casos de tumores não melanômicos, tratados

sem a intervenção de clínicos especialistas e que não integram as estatísticas.

O professor aponta, ainda, que, nas últimas décadas, o hábito brasileiro de cultivar o “bronzê” do corpo tem conduzido os indivíduos a exposições cada vez mais excessivas ao Sol, o que resulta em crescente problema de saúde. “A incidência de radiação UV praticamente não variou nas últimas décadas, mas os casos de tumores cresceram vertiginosamente. O que mudou foram os hábitos da população. Um trabalho de conscientização precisava ser elaborado”, defende Corrêa.

MINAS FAZ CIÊNCIA • DEZ/FEV 2013 31

Manhãs e mormaços

Os estudos iniciaram-se em 1999, ainda durante o período do doutorado de Marcelo Corrêa na Universidade de São Paulo (USP). "Em princípio, as pesquisas voltavam-se ao aprimoramento de técnicas para Modelagem de Transferência de Radiação, que consistiam em analisar a composição física da atmosfera e sua influência sobre os efeitos da radiação UV", explica. Em seguida, o estudo foi desenvolvido em associação com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), processo que conferiu alto grau de excelência à investigação, devido à *expertise* do Inpe no campo dos fenômenos atmosféricos.

As investigações realizadas nesta fase possibilitaram reunir dados consistentes sobre a dinâmica da radiação UV em regiões tropicais. O professor relata que "os resultados mais recentes permitem desmistificar muitos paradigmas, como o de que o período nocivo de exposição ao Sol é compreendido entre 10 e 16 horas. Medições realizadas às 9h, no Nordeste brasileiro, apresentaram índices de radiação até 50 vezes superior ao considerado recomendável pela Organização Mundial da Saúde". As pesquisas demonstraram que, em Itajubá e São Paulo, onde medidas também foram realizadas, ao meio-dia, os índices de radiação UV no verão podem

ser superiores àqueles observados no Nordeste. De acordo com Corrêa, essa variação se dá por questões geográficas. "Nas regiões tropicais, o conteúdo total do gás ozônio presente na atmosfera é naturalmente menor e esse gás é o responsável pela absorção da maior parte da radiação UV. Além disso, essa é a região com a maior disponibilidade de incidência devido à posição do Sol. Esses fenômenos promovem uma maior penetração de radiação na superfície terrestre".

Outra significativa constatação da pesquisa diz respeito aos efeitos produzidos pela presença de nebulosidade (formação de nuvens) e de aerossóis atmosféricos (dispersão de partículas no ar). Segundo o professor, as consequências são variáveis: nuvens e partículas atmosféricas podem tanto reduzir a intensidade da radiação como espalhá-la, tornando-a temporariamente mais intensa. "Geralmente, as pessoas atribuem a presença da radiação UV a dias luminosos, o que é um mito. Mesmo em dias nublados, a pessoa pode sofrer queimaduras pela radiação. É o que, erroneamente, muitas pessoas atribuem ao fenômeno do mormaço", explica.

Trabalho interdisciplinar

Anos depois do doutorado, Corrêa passou a integrar o corpo docente da Unifei. Nesse período, com aporte financeiro da FAPEMIG, as pesquisas puderam prosseguir. A partir daí, implementou-se um projeto mais abrangente: os "Estudos interdisciplinares sobre os efeitos da Radiação Ultravioleta", linha de pesquisas que reuniu profissionais das mais diversas áreas para tratar da questão dos impactos da radiação UV nos trópicos. "O objetivo do projeto era agregar conhecimentos e criar soluções conjuntas. Médicos, economistas e meteorologistas, por exemplo,

MAS QUE RADIAÇÃO É ESSA?

A radiação solar UV caracteriza-se por ondas eletromagnéticas de comprimento situado entre 280 e 400 nanômetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Ela se subdivide em três categorias: radiação ultravioleta A (UVA, com 315 a 400 nm), B (UVB, 280 a 315 nm) e C (UVC, 200 a 280 nm). O ozônio filtra grande parte da radiação que atravessa a atmosfera da Terra, promovendo absorção total da radiação UVC — tornando seus efeitos desprezíveis — e quase 90% da radiação UVB, fazendo com que os níveis de incidência em superfície sejam muito pequenos, mas suficientes para promover uma série de efeitos fotobiológicos e fotoquímicos significativos. A radiação UVA sofre pouca absorção pelo ozônio e representa a maior parte da radiação UV a atingir a superfície.

A radiação tipo UVC tornaria inviável a vida na Terra, caso atingisse a superfície, uma vez que, em função de sua alta frequência, possui ação germicida e mutagênica. Geralmen-

te, ela é utilizada, em sua forma artificial, para esterilização de água e de materiais cirúrgicos. Já a radiação UVB conta com ação tanto benéfica quanto nociva. Por um lado, é fundamental para a manutenção da vida. Nos seres humanos, permite a formação da vitamina D pela pele, que combate o raquitismo, a osteoporose e outras enfermidades. No território brasileiro, alguns poucos minutos de exposição ao Sol garantem tais efeitos. Por outro lado, quando em excesso, a radiação UVB pode causar queimaduras graves, fotoalergias e, em longo prazo, diversos tipos de câncer de pele.

Por fim, a radiação UVA, que, há décadas, foi amplamente difundida como benéfica — além de ser usada em câmaras de bronzeamento artificial —, é atualmente reconhecida como responsável pelo envelhecimento precoce e, em grandes quantidades, como precursora dos tumores de pele.

poderiam reunir dados para desenvolver medidas preventivas contra os efeitos das radiações UV sobre a saúde humana", esclarece Corrêa.

O projeto alcançou novo patamar qualitativo quando, por meio de parcerias e trabalhos em cooperação, estabeleceu-se uma rede de monitoramento em contato com outras universidades do país. "Assim, expandimos nossa base de dados e passamos a contar com especialistas monitorando a atmosfera em todo o Brasil, o que nos possibilitou estabelecer análises comparativas muito mais precisas", comenta. Os estudos concentram-se, principalmente, nas regiões Sudeste e Nordeste, áreas de grande incidência de radiação UV. "Geralmente, a população brasileira atribui a exposição nociva ao Sol a áreas litorâneas e ao Nordeste. Contudo, o interior e o Sul do país também sofrem com elevados níveis de radiação".

Reconhecimento global

Os avanços inéditos alcançados pelas pesquisas também foram beneficiados pela criação do curso de Ciências Atmosféricas, implementado à grade de ensino da Unifei em 2010. Trata-se do primeiro curso de graduação do gênero no estado de Minas Gerais, o que permite grande aprofundamento dos estudos sobre a radiação UV e de seu comportamento no Brasil e América do Sul. "As pesquisas desenvolvidas nas Ciências Atmosféricas relacionam-se a áreas bastante abrangentes. Os estudos envolvem previsões de tempo e clima, desastres naturais, métodos de proteção de safras agrícolas contra alterações climáticas, saúde populacional, poluição etc.", descreve Corrêa. "Por meio de colaboração e acesso aos dados do Inpe

Estudos recentes demonstram que os índices de incidência dos raios UV em Minas Gerais alcançaram, em diversas oportunidades, níveis considerados como extremos pela OMS nos últimos meses.

e de outras instituições espalhadas por diversos pontos do continente sul-americano, nossos estudos conquistaram posição de vanguarda no país, alcançando reconhecimento global", completa.

A convergência de diferentes campos do saber numa só linha de estudos permite o aperfeiçoamento de tecnologias imprescindíveis às Ciências Atmosféricas, tais como as previsões de tempo e clima, o que incluem a previsão da incidência da radiação UV. "A evolução e o aperfeiçoamento desses estudos vêm possibilitando melhorias significativas na previsão e prevenção", conta o coordenador.

Outro projeto pioneiro da equipe de pesquisadores da Unifei foi o plano para conscientização de crianças e adolescentes quanto aos malefícios da exposição inadequada à radiação UV. A iniciativa consiste em treinamento específico, para que professores dos ensinos médio e fundamental incorporem às suas disciplinas estratégias educativas capazes de orientar os jovens. "Desse modo, fornecemos subsídios para que os professores possam abordar o problema a partir de suas disciplinas. Matemáticos e físicos demonstram, por meio de equações, a dinâmica da radiação UV na atmosfera. Biólogos abordam as reações no organismo humano, geógrafos demonstram os índices do fenômeno por região, e assim por diante". Corrêa explica que o objetivo é fazer com que os jovens

conheçam melhor os efeitos do fenômeno — principalmente, pelo fato de ainda estarem em processo de formação física.

Novas pesquisas

Atualmente, Corrêa encontra-se na França, onde desenvolve pesquisas em parceria com o Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales (Latmos), instituto especializado em estudos atmosféricos e astronômicos, incluindo aí as mudanças climáticas e a radiação UV. Segundo o professor, esses eventos podem se correlacionar, porém, ao contrário do que prega o senso comum, pesquisas demonstram que os dois eventos têm natureza distinta. "Não existem estudos a indicar que as mudanças climáticas de origem geofísica tenham como causa ou consequência a intensificação da incidência da radiação UV. Pelo contrário, o desenvolvimento de gases do efeito estufa inclui a produção de ozônio e de seus precursores". Segundo Corrêa, com maior quantidade de ozônio, a tendência é que haja diminuição dos fluxos de radiação UV. Porém, tal redução não será muito significativa, principalmente, sobre a região próxima à Linha do Equador.

Neste cenário, qual seria, afinal, a melhor maneira de a população se proteger? O pesquisador da Unifei é categórico na resposta: apesar de todos os avanços científicos no campo das radiações ultravioletas, o método defensivo mais eficiente ainda é a prevenção, por meio do uso de proteção adequada: filtro solar, chapéu, roupa, óculos de sol. "O indivíduo sempre deve se manter atento à exposição aos raios solares. Além disso, é preciso lembrar que, mesmo em dias nublados, também podem ocorrer danos à saúde".

PROJETO: Estudos interdisciplinares sobre a radiação solar ultravioleta
COORDENADOR: Marcelo de Paula Corrêa
MODALIDADE: Programa Pesquisador Mineiro
VALOR: R\$ 48.000

Anexo E – Texto E “H2Omem”, a fórmula da contaminação

INOVAÇÃO

“H2Omem”, a fórmula da contaminação

Estudiosos da Ufop realizam detalhado diagnóstico dos microcontaminantes lançados, por ação humana, nas águas da bacia do Rio Doce

Ana Luiza Gonçalves

Da nuvem até o chão. Do chão até o bueiro. Do bueiro até o cano. Do cano até o rio. Do rio até a cachoeira. Da cachoeira até a represa. Da represa até a caixa d'água. Da caixa d'água até a torneira. Da torneira até o filtro. Do filtro até o copo. Do copo até a boca. Da boca até a bexiga. Da bexiga até a privada. Da privada até o cano. Do cano até o rio. Do rio até outro rio. Do outro rio até o mar. Do mar até outra nuvem.

Nos versos compostos para música do disco *Canções de Brincar* (1996), do grupo Palavra Cantada, Arnaldo Antunes e Paulo Tatit revelam ao universo infantil, com poeticidade e delicadeza, o percurso realizado pelo “líquido vital”. Embora a água cantada por eles, voltada à linguagem das crianças, mostre a substância em sua forma mais cristalina, nem tudo no universo hídrico mostra-se, de fato, sem cheiro e sem cor.

Afinal, apesar de já tida como fonte inesgotável, a água sofre, há séculos, uma série de ações nocivas por parte do homem. Os resultados de tais agressões são graves problemas de saúde para milhões de pessoas no mundo, carentes de recursos hídricos para sobrevivência. Em 2013, no Dia Internacional da Diversidade Biológica, realizado em 22 de maio, a Organização das Nações Unidas (ONU) alertou a população sobre a forte tendência à escassez

30 MINAS FAZ CIÊNCIA • JUN/JUL/AGO 2013

Em 2005, a 22 de março, o Dia Mundial da Água, a Assembleia Geral das Nações Unidas criou a resolução A/RES/58/217, segundo a qual, a partir daquela data, iniciava-se a Década Internacional para Ação "Água, fonte de vida". Até 2015, questões relacionadas à água e à implementação de programas direcionados ao tema estarão em foco nas discussões levantadas pela ONU, com o objetivo de atingir os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas.

sez da água doce, devido à alta demanda da população em crescimento. Some-se a esse fato a falta de qualidade do líquido em grande parte do globo terrestre.

Junto ao aumento da demanda hídrica, também a degradação ambiental, a redução de matas ciliares e a ocupação desordenada do solo, resultantes de intervenções humanas, como obras civis, mineração e atividades agrícolas, ampliam a poluição ambiental. Por meio do desenvolvimento sustentável e de leis capazes de proteger o meio ambiente, esse quadro tem sido revertido. Ao adotar medidas para a avaliação de recursos hídricos, o professor Hubert Mathias Peter, da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop) investiu cerca de três anos na coordenação do projeto "Avaliação da contaminação por microcontaminantes orgânicos e a inter-relação entre diversidade geoquímica/geológica e qualidades das águas da bacia do Rio Doce".

A falta de informações sobre a presença de microcontaminantes orgânicos, substâncias húmicas aquáticas e pesticidas na região despertou o interesse das equipes da Ufop e da Ufes por examinar a área, de modo a diagnosticar a inter-relação entre a diversidade geoquímica/geológica e a qualidade das águas da bacia do Rio Doce. "Existem muitos trabalhos isolados sobre problemas ambientais na região. É a primeira vez, contudo, que se realizam investigações com uma rede de amostragem bem mais densa", afirma.

A bacia hidrográfica do Rio Doce tem cerca de 83.400km² – sendo 86% da área em Minas Gerais –, abrange 228 municípios e conta com população total de 3,1 milhões de habitantes. A região tem o maior complexo siderúrgico da América Latina, que abriga as sedes de três das cinco maiores empresas mineiras. Além disso, também a Vale, maior mineradora a céu aberto do mundo, desenvolve seus trabalhos por lá.

Seleção de áreas

Para que o projeto se desenvolvesse dentro das perspectivas propostas, determinou-se, em primeiro lugar, a localização dos pontos. Os critérios

foram estabelecidos por meio de dados coletados nas análises feitas pelo projeto "Águas de Minas", coordenado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), com auxílio das ferramentas de Análise de Componentes Principais (PCA) e de Análise Hierárquica de Cluster (HCA). A partir dessas informações, tornou-se possível selecionar os pontos de coleta, para obter amostragem que abarcasse as interferências das principais atividades regionais na calha do Rio Doce e no baixo curso dos principais afluentes.

No total, 24 pontos foram escolhidos para representar as diferentes características das águas da bacia. Em seguida – e a cada trimestre –, realizaram-se amostragens de campo, para, depois, determinar, *in situ*, uma série de parâmetros químico-físicos. Por fim, para identificar e remover os micropoluentes, adotaram-se diversas técnicas, já usadas por cientistas de todo o mundo. Dentre elas, está o uso de cromatografia acoplada e de espectrometria de massas.

Conceitos

Mas o que são, exatamente, os microcontaminantes encontrados na bacia e que tanto interferem na qualidade das águas? O termo é usado em referência a contaminantes orgânicos em concentrações de micro a nanogramas por litro. Em sua maioria, trata-se de compostos farmacêuticos, presentes nas formulações de remédios – incluídos os de uso veterinário, excretados pelo organismo. Além desses, há, na lista, fármacos e produtos de higiene pessoal, hormônios naturais e

A partir da proposta, criou-se a Rede de Monitoramento e Pesquisa das Águas do Rio Doce, que conta com intercâmbio entre a Ufop e a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Já concluído, o projeto integra uma série de investigações, iniciada em meados da década de 1990, que conta com financiamento de diversos órgãos de pesquisas, entre os quais, a FAPEMIG.

Pesquisas realizadas em diferentes partes do mundo comprovaram que compostos encontrados em águas de rios e lagos podem decorrer de ações ligadas ao homem. No Brasil, a situação se agrava pelas atividades antropogênicas ligadas à agricultura, à indústria e à ocupação urbana, ações que se marcam pela ausência de tratamento de esgoto, o que aumenta as chances de poluição e contaminação das águas.

sintéticos, produtos de limpeza, subprodutos industriais e drogas ilícitas.

O professor Robson José de Cássia Franco Afonso, responsável, no projeto, pela parte de microcontaminantes, explica que essas substâncias são indicadores de atividade antrópica e estão associados a um conjunto diversificado de compostos orgânicos, geralmente usados em grandes quantidades pela sociedade. "O interesse crescente por essas substâncias ocorre, principalmente, porque elas podem apresentar atividade biológica em concentrações muito baixas, o que lhes confere grande relevância".

Os microcontaminantes capazes de interferir no sistema endócrino na vida animal e de seres humanos denominam-se perturbadores endócrinos. Eles são classificados numa série de grupos de compostos orgânicos, com grande potencial tóxico, podendo ser naturais – produzido por plantas – ou sintéticos, como aditivos alimentares, agrotóxicos, cosméticos e pílulas anticoncepcionais. Segundo Robson Afonso, tais substâncias causam efeitos adversos em um organismo saudável ou em seus descendentes e subpopulações. "Essa classe tem despertado grande interesse, pois, em função dela, já se constatou efeitos cancerígenos, alterações crônicas no desenvolvimento e na reprodução de várias espécies, perturbação nos sistemas cardiovascular e o neuroendócrino. Além disso, os perturbadores endócrinos são associados à incidência de obesidade".

Raio-x da contaminação

A análise da presença de microcontaminantes na bacia do Rio Doce ainda está em andamento. No entanto, Robson Afonso ressalta que, numa pré-avaliação, foram detectados, na água, perturbadores endócrinos e de medicamentos de uso amplo, como atenolol, azitromicina, bezafibrato, cimetidina, ciprofloxacino, ondansetrona, diltiazem, prometazina e miconazol – o que, segundo os pesquisadores, indica contaminação por esgotos domésticos.

Quanto às questões geológicas do projeto, Hubert Roeser explica que a composição de sedimentos, na parte superior

do Rio Doce, sofre muita influência de resíduos de mineração, especialmente de ouro e ferro. "No caso dos sedimentos, as condições dos leitos dos rios e eventuais barragens podem interferir. Os sedimentos da cabeceira do rio Conceição, por exemplo, são altamente influenciados pelas atividades de mineração", explica.

Segundo o professor, em certas sub-bacias – onde o Igam, por diversas razões infraestruturais e financeiras, pode amostrar apenas um ponto –, foram tirados mais de 100 amostras, a exemplo de áreas próximas aos rios Casca, Oratórios e Conceição. "Apresentamos, pela primeira vez, dados quantitativos de centenas de pontos, antes nunca amostrados. Tais informações sobre a composição e a qualidade das águas do Alto Rio Doce incluem os teores de metais pesados, as concentrações de elementos calcófilos, litófilos e siderófilos, além de elementos sobre contaminação por bactérias".

Soluções

Para mitigar a presença de microcontaminantes, Robson Afonso aponta que o mínimo a ser feito diz respeito à melhoria dos sistemas de saneamento básico. "É de fundamental importância o tratamento efetivo dos efluentes domésticos, agropecuários e industriais antes de seu lançamento em corpos d'água". Segundo o pesquisador, os dados também mostraram que os tratamentos convencionais de esgotos e de águas, para abastecimento, não são 100% efetivos quanto à remoção de microcontaminantes orgânicos. Daí a importância do investimento em estudos capazes de minimizar o impacto dessas substâncias à biota e à saúde humana.

Hubert Roeser destaca, entre os resultados da pesquisa, que os recursos hídricos e os sedimentos refletem, geralmente, as condições geológicas das bacias investigadas. Como as águas do Alto Rio Doce sofrem grandes influências litológicas regionais, obtiveram-se indícios para a influência antropogênica, como no caso da mineração de ouro. O professor chama a atenção, por fim, para os altos índices de contaminação por bactérias.

PROJETO: Avaliação da contaminação por microcontaminantes orgânicos e a inter-relação entre diversidade geoquímica/geológica e qualidade das águas da bacia do Rio Doce
COORDENADOR: Hubert Mathias Peter Roeser

MODALIDADE: Programa Ciência, Tecnologia & Inovação na bacia do Rio Doce

VALOR: R\$ 17.254,04

Anexo F – Texto F “Energia limpa e do bem”



ENGENHARIA QUÍMICA

Energia limpa e do bem

Pesquisadores da PUC Minas misturam hidrogênio ao óleo diesel e ao etanol para produção de combustíveis mais eficientes e, ao mesmo tempo, menos poluentes

Diogo Brito

26 MINAS FAZ CIÊNCIA • SET/OUT/NOV 2013



Nos últimos séculos, a humanidade enfrentou diversas mudanças, que culminaram com sua evolução intelectual, social e econômica. Uma das principais revoluções já vividas pelo homem, ocorrida na Inglaterra do século XVIII — período marcado pela evolução das máquinas e dos sistemas de transporte —, criou uma burguesia industrial sedenta por lucros e custos diminutos. A descoberta da energia a vapor e o desenvolvimento dos gigantes teares alteraram os modos de produção. Além disso, houve grande crescimento populacional, assim como aumento da oferta de empregos, das demandas e das escalas de produção.

Nos transportes, as novas tecnologias de locomoção conseguiam encurtar as distâncias. Além disso, os princípios da Modernidade começavam a enraizar, na civilização, a cultura da exploração de combustíveis fósseis. Na Europa, a abundância do carvão mineral fez com que o produto se tornasse ingrediente fundamental ao funcionamento das máquinas a vapor. Passados três séculos depois da eufórica Revolução Industrial, todos os países desenvolvidos buscam soluções alternativas para minimizar a emissão de poluentes, por meio, principalmente, do uso de novas fontes de energia.

Qual a possibilidade, porém, de existir um combustível de fonte renovável, inesgotável, e, ainda por cima, não poluente, capaz de representar benefícios a todos? Curioso pensar que esse produto já existe — e é chamado, por muitos, de “combustível do futuro”. Trata-se do hidrogênio, elemento químico que merece tal título por suas características únicas. Além de abundante — sendo o terceiro mais presente na Terra, atrás apenas do oxigênio e do ferro —, possui características fantásticas.

Do ponto de vista técnico, o hidrogênio possui grande capacidade de armazenar energia. Por essa razão, é utilizado como combustível de propulsão de foguetes e de cápsulas espaciais. Em seu estado natural, e em condições normais, o elemento químico é um gás incolor, inodoro e insípido. Some-se a isso o fato de que os únicos elementos emitidos a partir da

queima junto ao oxigênio puro são a água e o próprio calor, o que o torna o combustível perfeito. Contudo, o que aconteceria se esse mesmo hidrogênio fosse utilizado, como aditivo, para queima de óleo diesel?

Um grupo de pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) desenvolve, há três anos, uma técnica que busca, por meio da mistura de pequena quantidade de hidrogênio e etanol, uma maneira eficiente de melhorar o desempenho de motores estacionários que operam com óleo diesel. Além de render excelentes resultados, a pesquisa se desdobrou em cinco dissertações de mestrado, além de dois artigos em periódicos internacionais e de um sistema de injeção de hidrogênio, já em processo de patenteamento.

De acordo com José Ricardo Sodrê, professor do curso de Engenharia Química da PUC Minas e coordenador da pesquisa, a ideia era criar um “kit” simples — similar ao usado, atualmente, em veículos adaptados a gás —, a ser adaptado por qualquer motor gerador de energia — incluindo-se aqueles que já estivessem em operação. A escolha pela mistura de hidrogênio ao óleo diesel surgiu a partir de projetos desenvolvidos por meio de parceria entre a universidade, a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Hidrogênio?

O pesquisador explica que o fator decisivo para a escolha do elemento químico foram os períodos de queda na demanda de energia diurna, por parte da população, durante o dia, e a manutenção do elevado ritmo de produção de energia nas hidroelétricas. “Em função disso, logo foi sugerido usar tal período do dia para produzir hidrogênio, já que não há possibilidade de redução da fabricação de energia nas usinas”, comenta.

O hidrogênio produzido nas hidroelétricas, mas sem utilidade, foi disponibilizado para a pesquisa. Desse modo, o grupo desenvolveu um sistema capaz de injetá-lo, nos motores, paralelamente ao óleo diesel. Após várias tentativas, descobriu-se, então, a quantidade exata

a ser utilizada na mistura — que, hoje se sabe, chega a 5% do total do combustível usado no veículo. Cumprida tal etapa, contudo, identificou-se o primeiro problema: no motor a diesel, em que não há variação na rotação, ficou inviável obter economia para a queima do combustível, assim como melhor desempenho.

Para tal, seria necessária uma série de mudanças, que tornariam a aplicabilidade do projeto economicamente desfavorável. Sodré explica que isso se verificou porque, no gerador de energia, não há aumento nem redução da velocidade no motor. Afinal, ele opera em frequência única, e, de acordo com a demanda de energia elétrica, seria exigida quantidade elevada de combustível. "Para obter melhoria significativa desses resultados, é preciso fazer modificação no motor. Neste caso, adaptar um kit de hidrogênio não seria tão vantajoso assim", explica o professor.

Entretanto, apesar de o investimento não ser elevado, Sodré justifica a economia do uso em geradores de energia, ao afirmar que "as empresas que possuem atividades em lugares remotos consomem, por vezes, grandes quantidades de combustível apenas para manter sua frota de máquinas abastecida. Neste cenário, o uso do hidrogênio se mostra altamente viável", comenta.

Se, por um lado, a aplicação de hidrogênio nos motores estacionários não é vantajosa, isso não inviabiliza o uso da mesma técnica em motores diesel para caminhões e ônibus que, atualmente, circulam na cidade. A aplicação do kit, nessa situação, traria benefícios não apenas financeiros, mas, principalmente, ao meio ambiente. Hoje, os componentes emitidos diariamente na atmosfera — hidrocarbonetos, monóxido e dióxido de carbono —, causadores do efeito estufa, são reduzidos significativamente, por meio do uso da porcentagem de 5% de hidrogênio ao óleo diesel.

A mistura melhora as características de combustão do motor, que passa a operar com menor quantidade de combustível para transportar a mesma carga — numa comparação com o mesmo equipamento, mas sem a adição de hidrogênio. "A expectativa é de redução de todos os poluentes, com exceção dos óxidos de nitrogênio", esclarece.

Outros testes

Paralelamente ao estudo com equipamentos estacionários, a equipe aplicou a mesma técnica em motores automotivos. Os resultados foram animadores. Apontou-se redução de até 15% no consumo de combustível dos veículos, assim como diminuição das emissões de poluentes. José Ricardo comenta que o uso em carros seria um sucesso, pois uma das grandes vantagens é que o hidrogênio usado não precisa, necessariamente, ser engarrafado, ocupando parte importante do veículo — como hoje é feito com o gás natural. "O hidrogênio pode ser produzido a bordo do próprio veículo, por um método chamado de hidrólise. A partir da água, é possível a produção do elemento químico em um sistema fechado, de autoalimentação", explica o pesquisador.

Diferentemente do primeiro teste com os geradores de energia, a economia é alcançada, justamente, porque ocorre oscilação na operação do motor. "Normalmente, os motores atuais operam na faixa de 4 mil rotações por minuto (RPM), em ruas e estradas. Nessas condições, portanto, o hidrogênio mostra-se uma alternativa viável", diz.

Em outra etapa da pesquisa, pretende-se recorrer à mesma técnica, mas o hidrogênio será misturado ao etanol. Segundo o pesquisador, o estudo ainda está em andamento, mas já é possível observar redução — em quase sua totalidade — da emissão de poluentes. O ponto negativo está no consumo elevado do etanol, se comparado ao diesel. Características próprias do combustível o fazem ser mais consumido durante o processo de queima. "Temos testado quatro técnicas, da mistura do etanol com óleo diesel a um sistema mais robusto, de alta pressão", afirma.

O kit para uso do hidrogênio em motores a diesel está criado. Espera-se, agora, comprovação do pedido de patente. José Ricardo destaca que, para que o método chegue à população, não existem mais restrições técnicas. "Há necessidade, apenas, de empresas que tenham interesse em comercializar o produto", completa o coordenador das pesquisas.

PROJETO: Geração de energia utilizando motores diesel abastecidos com etanol, hidrogênio e óleo diesel
COORDENADORA: José Ricardo Sodré
MODALIDADE: Programa Pesquisador Mineiro
VALOR: R\$ 48.000,00

Anexo G – Texto G “Patrulheiras antipoluição”

ENGENHARIA FLORESTAL

patrulheiras antipoluição

Pesquisadores da Universidade Federal de Lavras testam plantas aquáticas capazes de construir biofiltro para eliminação de metais tóxicos

Virgínia Fonseca

Macrófitas aquáticas são plantas que, ao longo de sua evolução, retornaram do meio terrestre para o aquático. Tais espécies podem se enraizar no solo sob a água ou flutuar na superfície. Suas características variam de acordo com as diferentes classificações e famílias botânicas a que pertencem. Presentes em áreas de várzeas, açudes, reservatórios de hidrelétricas, lagoas naturais e artificiais, esses vegetais, muito comuns em Minas Gerais, estão na mira de um estudo da Universidade Federal de Lavras (Ufla) que trata do desenvolvimento de um filtro biológico para recuperação de ambientes poluídos por metais tóxicos.

As espécies em questão são consideradas adequadas ao uso na remediação de metais pesados, graças a seu crescimento intenso e a sua resistência a diferentes condições ambientais. Esse primeiro fator beneficia, especialmente, uma característica fundamental ao uso de organismos vegetais na remediação de locais contaminados: a necessidade de grande quantidade de **biomassa** para alojar os elementos removidos. As macrófitas podem, ainda, ser utilizadas para “detectar” a presença dos elementos tóxicos, ao exibir sinais facilmente perceptíveis em sua morfologia.

Taboa (*Typha domingensis*), chapéu-de-couro (*Echinodorus grandiflorus*), aguapé (*Eichhornia crassipes*), alface d’água (*Pistia stratiotes*) e braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) são algumas das espécies mais conhecidas pela população e que têm sido estudadas pela equipe do professor Evaristo Mauro de Castro, do Departamento de Biologia da Ufla. As duas primeiras – taboa e chapéu de couro – foram alvo de trabalhos mais aprofundados e mostraram, de forma geral, capacidade de acumular os elementos tóxicos a que foram expostas (chumbo, cádmio, arsênio e

Anacleto de Brito



Plantas aquáticas têm apresentado grande potencial para descontaminação

A fitorremediação é o processo que utiliza as plantas para a remoção de elementos tóxicos de solos e ecossistemas aquáticos contaminados, valendo-se da capacidade que os vegetais possuem de crescer em diferentes ambientes, sujeitos a variados tipos de estresse e de pressões ambientais.

cromo) e de manter o crescimento. Outras, por sua vez, apresentaram respostas particulares de sensibilidade a alguns dos elementos, o que resulta em sua classificação como bioindicadoras. "Verificamos que se pode, de fato, vislumbrar um potencial muito grande na aplicação dessas espécies em sistemas de fitorremediação e na construção de filtros biológicos", avalia o pesquisador.

Filtro natural

Os metais tóxicos ocorrem de forma natural em formações rochosas, mas são lentamente liberados do solo, durante sua formação, e lixiviados para depósitos e cursos d'água ao longo das chuvas. Atividades humanas como a indústria, a mineração e a agricultura, porém, têm intensificado o acúmulo desses metais em certos ambientes. Por isso, a comunidade científica ampliou esforços em pesquisas relacionadas à descontaminação do solo e de ambientes aquáticos, visto que os métodos físicos e químicos de extração atualmente existentes são onerosos. Além disso, essas técnicas envolvem procedimentos que necessitam de manejo do solo ou da água, o que pode gerar novos refugos. "Tratar os resíduos de processos industriais é nossa responsabilidade, pois constitui problema social e ambiental. As pessoas sofrem com a baixa qualidade de vida decorrente de contato com esses efluentes contaminados, que podem levar ao desenvolvimento de doenças e a problemas ambientais sérios", declara o professor.

Evaristo Castro explica que a diversidade e a complexidade das interações dos elementos tóxicos com o meio é um dificultador no processo de extração e descontaminação. Segundo o pesquisador, a aplicação de filtros biológicos já é usual e satisfatória em alguns países. "Na Engenharia Ambiental, a expressão '*constructed wetlands*' é bastante comum e se refere a locais construídos que simulam ambientes naturais alagados para o tratamento de resíduos", detalha. A proposta desenvolvida em Lavras, porém, é diferente, já que, ao invés de áreas abertas do ambiente para cultivo das macrófitas, seriam usados tanques isolados, que permitiriam maior controle da proliferação dessas plantas. A preocupação é fundamentada: agressivas, tais espécies podem colonizar grandes territórios.

Coordenado pelo professor Evaristo, o projeto inclui, assim, a composição de um tanque isolado, com sistema de filtração de resíduos sólidos e com volume controlável. O recipiente seria preenchido com a água contaminada e receberia as plantas por tempo suficiente para a remoção dos elementos, até valores considerados seguros. Posteriormente, as águas seriam liberadas, já com teores bem menores dos elementos tóxicos. Pode-se usar vários tanques em sequência e o líquido precisa ser examinado antes de retornar ao ambiente, para que se tenha certeza dos níveis de elementos na solução. O pesquisador conta que, após o uso, existe a possibilidade de incinerar as plantas de forma a resgatar parte dos metais para reutilização na indústria.

O baixo custo de aplicação e o fato de não ocasionar poluição secundária seriam as principais vantagens do filtro de macrófitas proposto pela equipe da Ufla. "A fitorremediação seria bem mais limpa e com menos resíduos do que as técnicas químicas e físicas comumente usadas", defende o pesquisador.

Boas perspectivas

O grupo realizou testes entre macrófitas e diferentes elementos tóxicos, como arsênio, cádmio, chumbo, cromo e zinco. Os resultados mostraram-se variados para cada espécie. Algumas, como o aguapé, demonstraram tolerância para arsênio, cádmio e chumbo sem prejuízos para o crescimento, a anatomia ou a fisiologia. O mesmo se confirma em relação à taboa e à canarana. No que tange a outras plantas, como a braquiária do brejo, registrou-se sensibilidade a certos elementos. "Neste caso, elas são classificadas como bioindicadoras. A braquiária, por exemplo, tem potencial para bioindicadora do cádmio", conta Evaristo Castro.

Os resultados, portanto, são muito particulares, mas sempre se relacionam à tolerância ou à capacidade de bioindicação com as características anatômicas e fisiológicas. Caso interessante se deu, segundo o professor, com o aguapé. A espécie demonstrou tamanha tolerância ao arsênio, que ampliou sua taxa fotossintética em função da presença do elemento. "Esse aumento relaciona-se à anatomia da planta, que revelou adaptações foliares

para, por exemplo, capturar mais CO_2 por meio de maior quantidade de estômatos nas folhas", explica. De forma geral, conclui o coordenador, observou-se grande potencial das plantas testadas nas pesquisas. "Usamos concentrações elevadas, que alcançam de 800 a mil vezes o valor de referência permitido, pela legislação, para a água. Assim, constatamos que as plantas, realmente, possuem grande potencial de descontaminação", revela.

Encontrar espécies potencialmente utilizáveis e reconhecer quais elementos se pode remediar são os objetivos dos atuais trabalhos. Oito espécies já foram analisadas pela equipe de pesquisa, para, ao menos, três elementos tóxicos. "Esperamos, com o projeto, trabalhar dez espécies e três elementos para que tenhamos ampla gama de possibilidades de aplicação. Estamos quase concluindo a fase de teste das espécies", adianta Evaristo Castro.

Paralelamente, realizam-se experimentos em microescala, para já aplicar

essas plantas no sistema do filtro biológico. O pesquisador ressalva, porém, que a aplicação em grandes sistemas, com volumes maiores de solução contaminada por resíduos, ainda deve ser avaliada. Em longo prazo, espera-se aplicar as plantas analisadas em locais onde se gera resíduos descartados sem tratamento. Sistemas serão montados nesses locais, em parceria com empresas que precisam tratar esses efluentes gerados, e testados em grande escala. Após esses testes, os detalhes do manejo dos filtros serão definidos, bem como os protocolos para que funcionem adequadamente.

A equipe envolvida nos estudos conta, também, com outros docentes da Ufla, como o professor Fabrício Pereira, que orienta os alunos no desenvolvimento das pesquisas com macrófitas aquáticas, além de alunos de mestrado e doutorado do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada da universidade.

Pesados e perigosos

Minas Gerais é um estado extenso, com diferentes tipos de ambientes e atividades humanas que podem favorecer a presença de metais pesados. O alumínio, por exemplo, pode ser encontrado em grandes quantidades em solos dos ambientes de cerrado. Teores de chumbo, cobre, arsênio e cádmio também ocorrem de forma natural em terras mineiras. Muitos existem em níveis inofensivos para os organismos, mas atividades humanas como a mineração, muito importante no Estado, aumentam consideravelmente o teor dessas substâncias no solo. O desenvolvimento de filtros biológicos para aplicações nesses locais de alta concentração dos elementos tóxicos pode evitar problemas para a população e para o ambiente, já que a exposição a altas taxas, em longo prazo, pode provocar diversos problemas de saúde, como insuficiência renal e hepática.



PROJETO: Avaliação de macrófitas aquáticas ocorrentes em Minas Gerais com potencial para serem utilizadas como bioindicadoras e fitorremediadoras e com potencial para o desenvolvimento de um filtro biológico para metais tóxicos.

COORDENADOR: Evaristo Mauro de Castro

MODALIDADE: Programa Pesquisador Mineiro

VALOR: R\$ 48.000,00

Anexo H – Texto H “Cheiroso e ecológico”



BIOQUÍMICA

Cheiroso e ecológico

Pesquisadora desenvolve sabão com propriedades medicinais a partir da reutilização do óleo de cozinha e da combinação com plantas de ação farmacológica

Camila Alves Mantovani

MINAS FAZ CIÊNCIA • JUN/JUL/AGO 2014 37

Trata-se de um dos principais resultados da conferência Eco 92 (ou Rio 92). O documento estabeleceu parâmetros para comprometimento das nações com a solução dos problemas socioambientais, por meio de seus governos, de suas empresas e entidades de terceiro setor.

A conscientização ambiental pode ser compreendida como uma mudança de comportamento por parte dos indivíduos — e, por conseguinte, da sociedade —, em relação ao meio ambiente. Tendo em vista que um dos grandes problemas ambientais, na atualidade, refere-se ao consumo desenfreado da população e à consequente geração de resíduos, tal mudança culmina com a utilização dos recursos ambientais de forma sustentada, levando-se a um consumo consciente.

Dentre as diversas ações para promover tal conscientização, destacam-se as abordagens que têm como referência o princípio dos 3Rs, apresentado na chamada “Agenda 21”, a saber: redução, reutilização e reciclagem. Apesar de serem bastante difundidos, tais princípios ainda encontram barreiras em sua implementação, principalmente, quando se observa o consumo cotidiano dos cidadãos. Além de questões voltadas à mudança de comportamento, é patente o desconhecimento do que pode ser feito com determinados resíduos, como o óleo de cozinha.

Com o intuito de contribuir para uma melhor gestão dos detritos, bem como de promover atitudes ecologicamente corretas, pesquisa coordenada pela professora Marisa Alves Nogueira Diaz, da Universi-

dade Federal de Viçosa (UFV), busca produzir sabão e sabonetes medicinais a partir de óleo residual, aliado à investigação e à comprovação da existência de propriedades farmacológicas pesticidas em extratos de plantas da região de Viçosa (MG).

De acordo com a pesquisadora, o descarte do óleo usado na cozinha é um grave problema ambiental, especialmente, no Brasil. Caso o material seja despejado nas pias de cozinhas, ainda que ocorra o processo de tratamento de esgoto, parte do líquido permanece retida no encanamento, de modo a atrair diversos tipos de pragas, além de contribuir para enchentes, tão frequentes nos grandes centros urbanos do País. Importante ressaltar, ainda, que o óleo chega intacto aos rios e às represas, fica na superfície da água e pode impedir a entrada de luz — elemento que alimenta o fitoplâncton, conjunto de organismos essenciais à cadeia alimentar aquática.

Os recursos hídricos, porém, não são os únicos a sofrer os impactos do descarte. Ao atingir o solo, o óleo também promove sua impermeabilização, dificultando o escoamento de água das chuvas. Além desse problema, a demorada decomposição do material promove a emissão de metano — o gás do chamado “efeito estufa” — na atmosfera, contribuindo com o superaquecimento terrestre.

Motivações e estudos

Ao chegar em Viçosa, em 2006, Marisa Diaz oferecia um curso na Semana do Fazendeiro, tradicional evento da região, intitulado "Sabão Rural". Em resumo, o objetivo da iniciativa era promover a conscientização acerca do meio ambiente, aliada ao problema de descarte do óleo de cozinha. À época, para que as aulas fossem mais atrativas, a pesquisadora decidiu acrescentar plantas medicinais com atividades farmacológicas — principalmente, antimicrobianas, sarnicidas e carrapaticidas — já comprovadas ao sabão feito com óleo residual.

Inspirada pela experiência, dois anos mais tarde, a professora aprovou, na FAPEMIG, o projeto de pesquisa que seria realizado em parceria com a empresa Jr. In Bio, ligada ao curso de Biologia da UFV. A proposta era pesquisar plantas medicinais com atividade antimicrobiana e incorporá-las ao óleo vegetal residual. "Deu tão certo que trocamos o óleo residual pelo de macaúba e desenvolvemos um sabonete a

partir da planta aquática que pesquisávamos à época. O processo foi patenteado, além de ter gerado trabalhos acadêmicos".

A partir daquela primeira proposta, surgiram outras diversas proposições de pesquisa, como o projeto "Obtenção e avaliação de produtos fitossanitários alternativos para uso no controle de mastite bovina", que detém o apoio do CNPq e conta, entre seus desdobramentos, com a produção de sabão com propriedades farmacológicas. Neste caso, contudo, o foco está no pequeno produtor, que, conforme ressalta a pesquisadora, não tem condição financeira de usar antibióticos para tratar a mastite bovina. O produto serviria, portanto, como alternativa para assepsia das mãos, antes da manipulação do animal. Reduz-se, assim, o risco de contaminação e disseminação da doença no rebanho.

"Além disso, a pesquisa objetiva a realização de um estudo fitoquímico das plantas mais ativas, para verificar qual o princípio ativo responsável pelo efeito.

Até o momento, descobrimos o composto responsável pela reação antimicrobiana de duas das plantas investigadas", conta Marisa Diaz.

A pesquisadora destaca que o curso "Sabão Rural" ainda é oferecido, tanto na Semana do Fazendeiro quanto em outros períodos e espaços, a exemplo do Centro Tecnológico de Desenvolvimento Regional de Viçosa (Celev) — onde é possível contar com a colaboração da ONG Engenheiros Sem Fronteira, formada por profissionais e estudantes de Engenharia que buscam ajudar comunidades social e economicamente carentes.

Ao analisar os desdobramentos dos projetos e seus encaminhamentos futuros, Marisa Diaz revela-se bastante otimista. "No momento, fazemos a associação de plantas nas formulações. Testamos uma espécie *in vivo* e os resultados foram promissores. Agora, esperamos o parecer da comissão de ética para iniciarmos os testes — também *in vivo* — com outras variedades", conclui.



Devido ao sucesso do curso "Sabão Rural", Marisa Diaz foi convidada a produzir aulas a distância, de modo a oferecê-las no site do "Espaço do produtor" (<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/>), iniciativa da UFV. Na internet, são apresentadas as informações para quem deseja iniciar-se no ofício da produção de sabões a partir de óleo usado. Segundo a pesquisadora, o processo é bastante simples e não requer equipamentos ou instrumentos sofisticados. Além disso, a fabricação pode ocorrer numa cozinha convencional, desde que todos os recipientes e instrumentos estejam bem higienizados.

Quanto à variedade dos produtos, é preciso partir da receita de sabão básico, para, em seguida, investir nos modelos com propriedades farmacológicas. O sabão de losna ou arruda, por exemplo, pode ser usado no combate a piolhos e lêndeas; já o de erva-de-santa-maria é ótimo contra pulgas. Quanto ao uso dos sabões em seres humanos, a pesquisadora ressalta que, para além das mãos, deve-se evitar receitas elaboradas a partir do óleo de cozinha. Isso porque, em peles sensíveis, há o risco de reações alérgicas, apesar da filtragem dos resíduos líquidos.

E aí, quer produzir seu próprio sabão? Confira a receita abaixo!

Material necessário

- Fogão comum e/ou forno de microondas doméstico
- Balança de cozinha
- Recipientes de alumínio ou ágata
- Copo becker de plástico ou similar para medidas de 1000 ml
- Colher de pau ou bastão de vidro
- Fôrmas variadas de PVC e/ou silicone
- Peneira
- Coador de óleo de cozinha
- Congelador ou freezer

Ingredientes para sabão básico

- 150g de sebo
- 225 ml de óleo de soja de cozinha usado e filtrado
- 62,25g de soda cáustica
- 250 ml de álcool comercial

Modo de preparo

Dissolva e filtre previamente o sebo. Adicione o óleo de cozinha usado e filtrado. Separadamente, dissolva a soda em 125 ml de água. Coloque o sebo e o óleo em um recipiente grande e adicione o álcool. Aqueça ligeiramente a mistura e junte a solução de soda; mexa bem, até ficar cremosa. Numa fôrma, despeje o sabão ainda mole e deixe esfriar. Corte os pedaços de sabão depois de frio. (Observação: no lugar do sebo, pode-se usar a base para sabonete de glicerina transparente ou branca.)



Faça
você
mesmo!

PROJETO: Produção de sabão com propriedades farmacológicas, aliada à conscientização ambiental e sustentabilidade através da reciclagem de óleo vegetal residual

COORDENADORA: Marisa Alves Nogueira Diaz

EDITAL: Pesquisa em Interface com a Extensão

VALOR R\$ 36.330,00

Anexo I – Texto I “Cinza em tom de verde”



Em setembro de 2014, Minas Gerais presenciou um marco histórico pouco louvável: pela primeira vez, secou a principal nascente do Rio São Francisco, no Parque Nacional da Serra da Canastra. A ameaça ao Velho Chico, maior curso d'água dentre os que correm exclusivamente em território nacional, esteve entre os reflexos da estiagem prolongada a atingir diversos estados brasileiros neste ano e contribuiu para trazer à tona recorrentes questões sobre a escassez de recursos hídricos no mundo. Diante de tal panorama, ganham evidência tentativas de melhor aproveitamento e economia no consumo do líquido mais precioso do planeta.

Trabalho neste sentido foi conduzido por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) que buscaram avaliar o uso das chamadas "águas cinza" como alternativa à redução de consumo. Conduzida pela professora Maria Lúcia Calijuri, do Departamento de Engenharia Civil, e pelo engenheiro ambiental Eduardo de Aguiar do Couto, então aluno de mestrado, a pesquisa teve como cenário o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Confins, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

O motivo da escolha é simples: a manutenção da infraestrutura de operação de ambientes aeroportuários consome grandes volumes de água, que, para muitas atividades, não precisa ser potável. "No atendimento a essa demanda, as águas cinza surgem como alternativa importante, já que representam boa parte do volume do esgoto doméstico. Por outro lado, possuem menores concentrações de poluentes, já que não incluem contribuição de bacias sanitárias", avalia Eduardo de Aguiar.

Durante o estudo, realizou-se a caracterização qualitativa das águas cinza agregadas e o levantamento dos aspectos relacionados à produção desse efluente no aeroporto. Uma unidade de tratamento, composta por filtro anaeróbio e dispositivo de desinfecção ultravioleta, foi preparada. A avaliação de potencial e de viabilidade realizada em Confins apontou que não existem empecilhos para uso de águas cinza em ambientes aeroportuários. "Por meio

de tratamento simplificado e de baixo custo, o volume produzido do efluente pode suprir a demanda por água não potável", afirma o engenheiro.

Sistema piloto

Manutenção de áreas verdes, lavagem de pisos, pátios e veículos, utilização em sistemas de ar condicionado e acionamento de descargas de sanitários estão entre as demandas que não requerem água potável no atendimento. Para fazer o estudo de viabilidade da substituição do volume originário do sistema de abastecimento tradicional por águas cinza, os pesquisadores coletaram informações relativas ao consumo no aeroporto. Os dados foram obtidos por meio dos valores constantes nos hidrômetros, da aplicação de questionários e de entrevistas a funcionários. Assim, pôde-se reconhecer o padrão de consumo de cada edifício e obter o volume de água não potável a ser utilizado nas atividades do complexo aeroportuário e os índices da produção de águas cinza.

Paralelamente, implantou-se, no canteiro de obras da empresa responsável por serviços de manutenção no aeroporto, uma unidade-piloto de tratamento de águas cinza (UTAC). O sistema era composto por tanque de equalização, filtro anaeróbio e desinfecção ultravioleta. O filtro — um reator biológico com fluxo através do iodo aderido e retido em leito fixo de material inerte — foi selecionado por apresentar elevada eficiência na remoção de matéria orgânica, resistir à variação de vazão e ser de simples operação. "Adicionamos a etapa de desinfecção ultravioleta ao tratamento com o objetivo de inativar organismos patogênicos que persistissem no efluente do filtro anaeróbio, tornando-o mais seguro para futuros usos", detalha Eduardo de Aguiar.

Tal sistema foi operado de forma contínua, com coletas realizadas semanalmente. O monitoramento da unidade estendeu-se por, aproximadamente, um ano, primeiro sem água de cozinha, depois com adição do efluente — já que nem todos

Effluentes domésticos procedentes de pias, chuveiros, lavanderias, lavagem de pisos, dentre outros, com exceção de efluentes de vasos sanitários. Devido à elevada carga orgânica, certos autores também excluem líquidos provenientes de pias de cozinha.

os edifícios do aeroporto possuem resíduo desse tipo. Usou-se, então, água cinza originária de pias de banheiro, chuveiros, lavagem de pisos e pias de cozinha. Os resultados das análises realizadas no efluente foram, por fim, comparados às concentrações sugeridas pela NBR 13969/1997, norma que regulamenta o reuso de efluentes (veja quadro).

Viabilidade

No Aeroporto Internacional Tancredo Neves, os estudos levaram à estimativa de que, do volume médio consumido, 65% seriam usados em atividades que não necessitam de água potável – na ocasião, 4.733,22 m³ mensais. A discriminação dos dados de consumo, por sua vez, mostrou que a produção de água cinza é de 1.137,45 m³/mês. As classes de atividades passíveis de aplicação das águas residuárias também são descritas pela NBR 13969/1997, que define diferentes níveis de padrões exigidos de qualidade da água para reuso. Priorizando-se usos menos restritivos, a análise dos valores de consumo para tais atividades possibilitou concluir que, em termos quantitativos, o volume de água cinza produzido seria suficiente para atender às demandas de reuso nas descargas de vasos sanitários (classe 3) e, parcialmente, lavagens de pisos, calçadas e irrigação de áreas verdes (classe 2).

A norma determina, ainda, que o reuso deve ser realizado após tratamento, para finalidades que exigem padrões de água sanitariamente segura, embora não potável. Resultados relacionados a quesitos como pH, organismos indicadores de contaminação fecal e sólidos dissolvidos comprovaram a qualidade sanitária satisfatória das águas cinza produzidas. Em suma, para as atividades das classes 2 e 3, apenas o parâmetro turbidez excedeu, de forma bem próxima ao limite exigido, os padrões da norma. "Isso sugere que um incremento na eficiência do filtro, baseado, por exemplo, no aumento do tempo de retenção, ou no uso de meio suporte com maior superfície específica, seria suficiente para adequar as águas cinza a esta utilização", explica o engenheiro ambiental.

Para a classe 2, a NBR exige, também, a manutenção de cloro residual. "Dessa forma, seria necessária a inclusão de equipamento de cloração antes do uso", acrescenta. Nos testes realizados, apenas o efluente de cozinha, devido aos elevados níveis de matéria orgânica, poderia requerer um tratamento sofisticado, com custos mais elevados. Neste caso, o ideal seria mensurar os níveis de concentração do resíduo frente ao volume dos demais, antes de decidir por tratar este material separadamente de outras fontes.

Eduardo de Aguiar destaca que uma análise em termos quantitativos e qualitativos mostra viável, portanto, a reutilização de águas cin-

Padrões de qualidade para reuso de água (NBR 13969/1997)

Classe 1:



lavagem de veículos e outros usos que requerem o contato direto entre o usuário e a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, o que inclui chafarizes.

Classe 3:

descargas de vasos sanitários.



Classe 2:

lavagens de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, com exceção dos chafarizes.



Classe 4:

reuso em pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos, por meio de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.



za — principalmente, para descargas em aparelhos sanitários, lavagem de pisos e calçadas e irrigação dos jardins —, com a inclusão de pequenas modificações no sistema de tratamento proposto. De acordo com o profissional, todo o volume poderia ser, então, reutilizado, baseado em tecnologia de fácil operação e baixo custo. “Isso representaria uma economia de 15% do total de água consumido, no caso do Aeroporto Internacional Tancredo Neves”, especifica. “Vale ressaltar que a adoção de tal medida, além da minimização dos gastos, levaria à obtenção de ganhos ambientais, como a redução do lançamento de efluentes e a diminuição do volume de água captada no aquífero”, lembra.

De acordo com o engenheiro ambiental e coordenador de Meio Ambiente em exercício, Ricardo Gomes Passos, os resultados foram fundamentais para a decisão de contemplar medidas de economia de água via utilização de efluentes nos projetos de modernização e ampliação do Aeroporto Internacional Tancredo Neves. “Os projetos previam implantação, em escala real de sistema, para uso não potável das águas cinza produzidas no terminal de passageiro, após tratamento”, conta. O processo está sendo implantado pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero), em conjunto às obras em andamento. “Entretanto, frente ao cenário de concessão do aeroporto à iniciativa privada, cabe à nova administradora a decisão de operar ou não o sistema”, adianta.

Segundo Eduardo de Aguiar, embora existam outros métodos avançados, empregados em diversas regiões do planeta, a pesquisa mostrou ser possível tratar e utilizar águas cinza de ambientes aeroportuários por meio de tecnologias simples e de baixo custo. “A viabilidade técnica e econômica de tratamento, além da produção em quantidade satisfatória, põe o uso de águas cinza como uma das principais alternativas para a economia de água potável em aeroportos, que deve ser fortemente incentivada”, reafirma.

Muito além dos aeroportos

O uso consciente e planejado de águas servidas, como o reúso de esgotos domésticos tratados e o aproveitamento de precipitações chuvosas, seria instrumento eficaz para garantir a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos, aponta a professora Maria Lúcia Calijuri, coordenadora do Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil da UFV. A pesquisadora enumera benefícios ambientais que vão da redução da captação de águas superficiais e subterrâneas à diminuição do lançamento de efluentes em rios e lagoas, além do aumento da disponibilidade hídrica para usos mais exigentes, como abastecimento público e hospitalar. Em relação aos benefícios econômicos, dentre outros, podem ser mencionados a redução dos custos de produção — com consequente aumento da competitividade — e o alcance da conformidade em relação a padrões e normas ambientais.

De acordo com Calijuri e Eduardo de Aguiar, vários ambientes têm potencial para praticar o uso de águas cinza, como restaurantes, lanchonetes e diferentes tipos de indústrias. “O interessante, para isso, é que sejam realizados levantamentos da demanda por água não potável e da produção de efluentes para atestar a viabilidade em situações distintas”, esclarece o engenheiro ambiental.

A prática poderia ser adotada, inclusive, em ambientes domésticos, com aplicação do conceito de saneamento descentralizado, que consiste no tratamento e uso do efluente próximo ao local onde é gerado. Tal proposta possibilita reduzir custos com rede de captação e distribuição do efluente para os pontos de utilização. “No entanto, tendo em vista a relação produção/demanda, seria mais viável a adoção em conjuntos habitacionais, condomínios, enfim, em um grupo de residências”, pondera Eduardo de Aguiar.

A despeito da viabilidade técnica, o pesquisador alerta para o fato de que, cada vez mais, os estudos se preocupam com os aspectos financeiros dos sistemas de uso de efluentes, sem levar tanto em consideração, de forma precisa, os enormes benefícios ambientais. “Muito embora o resultado final seja altamente variável em cada situação, fatores como custo de implantação, porcentagem da demanda de água não potável suprida e preço da água tratada na localidade vão influenciar na conclusão”, enumera.

Entretanto, o momento atual, acreditam os pesquisadores, é propício para tratar temas referentes ao aproveitamento de recursos hídricos. Para Eduardo de Aguiar, políticas públicas que incentivem a adoção dessa prática se fazem necessárias e urgentes, da conscientização — afinal, quando se trata do uso de efluentes, a aceitação por parte da população é um aspecto importante — à definição de critérios de qualidade coerentes para os mais distintos usos. “Outras práticas que dizem respeito à conservação da água também devem ser incentivadas, como o uso de efluentes industriais e o aproveitamento de águas de chuvas”, acrescenta.

PROJETO: Avaliação da viabilidade técnico-econômica das unidades de tratamento, aproveitamento e reúso no Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Minas Gerais
COORDENADORA: Maria Lúcia Calijuri
EDITAL: Universal
VALOR: R\$ 44.190,68

Anexo J – Texto J “Nada se perde, mesmo!”

METALURGIA

Nada se perde, meSmo!

Projeto propõe recuperação de metais nobres do lixo eletrônico para diminuir impacto ambiental e promover reuso na indústria

Camila Alves Mantovani

No contexto das populações urbanas, pode-se dizer que os equipamentos eletroeletrônicos estão integrados ao cotidiano de maneira bastante orgânica. Na relação com tais objetos, chama a atenção o fato de que, com o passar dos anos, eles são

substituídos em intervalos cada vez mais curtos. Já se foi a época em que a geladeira durava “uma vida inteira”.

No caso das tecnologias de informação e comunicação – computadores, celulares, *tablets*, televisores, câmeras fo-

tográficas –, a migração do analógico para o digital tornou esse movimento ainda mais evidente. A lógica da obsolescência programada gera, cada vez mais, a necessidade do consumo de equipamentos de última geração. Seja por meio da amplia-

MINAS FAZ CIÊNCIA • MAR/ABR/MAI 2015 35

ção do acesso aos bens, das inovações no *design*, ou de atualizações no sistema operacional dos dispositivos, que passam a exigir mais memória e desempenho dos aparelhos, os consumidores acabam "estimulados" a trocar seus aparelhos. Além de suscitar questões relativas ao consumo excessivo, o cenário acima descrito põe em pauta a discussão em torno do lixo eletrônico: para onde vai tudo aquilo que não nos serve mais?

O volume de lixo produzido pelo descarte desse material é bastante significativo. De acordo com os últimos dados divulgados pela Organização das Nações Unidas, a partir da iniciativa SIEP (*Solving the E-Waste Problem*) – parceria entre a ONU, empresas, governos e organizações não governamentais –, em 2012, o Brasil gerou 1,4 milhão de toneladas de lixo eletrônico, montante que corresponde a sete quilos por habitante. No mundo, o número corresponde a quase 49 milhões de toneladas e as projeções feitas no estudo apontam que, até 2017, o volume aumentará 33%.

Dentre os efeitos nocivos do descarte "desordenado" de eletrônicos (*e-waste*), destacam-se os impactos produzidos no meio ambiente, pois, na composição de vários dos materiais, estão presentes metais prejudiciais à saúde, como chumbo e cádmio.

Em busca de soluções para o problema, o pesquisador Carlos Antônio de Moraes, do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte, desenvolve projetos que pretendem recuperar os metais existentes em partes desses equipamentos, como monitores de computadores, baterias de celular, dentre outros. De acordo com Moraes, esse é um tipo de material complicado de ser disposto e descartado em um aterro sanitário tradicional. Dessa forma, a recuperação ajudaria o ambiente a se livrar dos metais tóxicos, e, por meio de técnicas como as de hidrometalurgia, os componentes resultantes poderiam ser reutilizados em outros setores.

O pesquisador conta que o interesse pelo tema surgiu à época de seu doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas, realizado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), quando trabalhou com os

Elementos Terras Raras (ETR). Trata-se do grupo dos lantanídeos e, na tabela periódica, vão do lantânio ao lutécio. "Ao todo, são 15 elementos lantanídeos, somados ao ítrio e ao escândio, que têm comportamento químico similar aos lantanídeos", explica Carlos Antônio.

No caso da sucata eletrônica, viu-se que, dentre os metais recuperados nos monitores de computadores, por exemplo, estavam presentes Elementos Terras Raras como o európio e o ítrio. Segundo o pesquisador, esses elementos têm muita aplicação na indústria eletrônica. Eles poderiam voltar para a própria cadeia de produção de eletroeletrônicos – o que inclui carros e bicicletas elétricos, trens-bala, supermãs, telas de *tablets*, monitores e *chips* de computador e televisores, dentre outros –, como também para outras aplicações.

Como exemplo, Carlos Antônio cita o európio e o ítrio, responsáveis pela cor vermelha e que podem ser usados como tinta para criar os aviões invisíveis. "A tinta absorve a radiação do radar, que detecta os aparelhos por meio da emissão de uma energia que retorna. Elementos como o ítrio têm a capacidade de absorver tal energia. Por isso, ela não retorna e o radar não vê", explica.

No caso dos monitores, o pesquisador destaca que, geralmente, a forma como os aparelhos são descartados provoca a quebra dos tubos e a contaminação do solo com o pó de revestimento, que, além dos Terras Raras, contém metais tóxicos como zinco, cádmio e chumbo (Zn, Cd e Pb). "A recuperação dos metais európio, ítrio (Eu e Y), os de maior valor agregado presentes no pó de revestimento das telas, torna viável a recuperação simultânea de outros elementos presentes, como Cd, Zn e Pb, bem como dos tubos de vidro e do próprio plástico, também passíveis de reciclagem", afirma.

Elementos puros

O foco do projeto está no desenvolvimento de processos para a obtenção dos óxidos de európio e ítrio, de elevada pureza, pelas técnicas de redução eletroquímica/precipitação e de extração por solventes. Afinal, conforme ressalta o

Trata-se do grupo de elementos químicos da série dos lantanídeos (números atômicos entre 57 e 71), começando em lantânio (La) e terminando em lutécio (Lu), acrescidos do escândio (Sc) e do ítrio (Y), que apresentam comportamentos similares. A aparência terrosa de seus óxidos levou à denominação de "terras". Quanto à raridade, trata-se de referência ao fato de que suas jazidas, no planeta, estão em pequeno volume. No entanto, apesar de o nome sugerir, esses metais não são tão raros quanto o ouro, por exemplo. Na crosta terrestre, alguns deles têm concentrações similares às do cromo, do níquel, do cobre ou do chumbo.



Metais encontrados em equipamentos eletrônicos podem ser reutilizados

pesquisador, quando são conseguidos os elementos puros, agrega-se valor a eles.

No projeto "Recuperação de metais nobres de sucata eletrônica, com ênfase na recuperação de Eu, Y, In e Zn", financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e pela FAPEMIG, o processo de coleta, segundo Carlos Antônio de Moraes, exigiu esforço hercúleo.

Para conseguir um quilo do pó de Terras Raras, foram necessários quase 300 monitores de computadores. O material acabou coletado por raspagem, mas, de acordo com o pesquisador, a técnica pode ser melhorada, por exemplo, por meio de sucção. No caso do projeto, o processo foi todo manual.

Depois da obtenção do pó, realizou-se uma abertura química. Trata-se de gestão ácida ou lixiviação, processos pelos quais os metais de interesse, que estão sólidos, passam para a fase aquosa. Segundo o pesquisador, o tratamento químico dissolve, além dos metais de interesse, outros metais, gerando um licor impuro, que precisa passar pelo processo de purificação, até que se chegue ao elemento de interesse.

No projeto, a purificação foi feita pela técnica de extração por solventes, também conhecida por extração líquido/líquido. Nesse processo, uma solução aquosa entra em contato com uma fase orgânica e imiscível – que não se mistura na etapa

aquosa – e os metais são transferidos, seletivamente, para a fase orgânica, por meio de ajustes na fase aquosa. "Dependendo da acidez do meio, há extratantes específicos para cada metal. No CDTN, fazemos um estudo em bancada primeiro. Depois, em um laboratório contínuo de extração por solvente, com vários estágios de misturadores e decantadores, fazemos novo processo em busca da purificação dos metais", conta.

Carlos Antônio aponta para a necessidade, em estudos futuros, de se investir numa parceria público-privada para viabilizar o processo. Segundo o pesquisador, há países que já fazem a recuperação de metais, mas o investimento é muito alto, sendo necessário mensurar bem o retorno. "O reuso, muitas vezes, é na própria indústria. No caso do Brasil, como muitas coisas não são produzidas aqui, não existe mercado para certos produtos, o que, num primeiro momento, dificulta a viabilização de projetos. Percebemos a possibilidade técnica. A viabilidade econômica dependerá de outros fatores", conclui.

O reuso e o aumento do ciclo de vida dos produtos eletrônicos são temas que já começam a aparecer na agenda política internacional. Apesar disso, são necessários esforços maiores, por parte dos governos e dos cidadãos, para que esse problema ambiental não seja subestimado.

PROJETO: Recuperação de metais nobres de sucata eletrônica, com ênfase na recuperação de Eu, Y, In e Zn
COORDENADOR: Carlos Antônio de Moraes
EDITAL: Programa Pesquisador Mineiro
VALOR: R\$ 48.000,00