

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS ARAPIRACA
QUÍMICA - LICENCIATURA

TALINE MAYANA BEZERRA ALVES

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
COMPREENSÃO ACERCA DA COMPOSIÇÃO E DESCARTE CORRETO DE
CARTELAS DE MEDICAMENTOS**

ARAPIRACA

2024

Taline Mayana Bezerra Alves

Proposta de sequência didática no ensino de química: compreensão acerca da composição e descarte correto de cartelas de medicamentos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Thaissa Lúcio Silva.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Iara Terra de Oliveira.

Arapiraca

2024



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial *Campus Arapiraca* - BSCA

A474p

Alves, Taline Mayana Bezerra

Proposta de sequência didática no ensino de química [recurso eletrônico]:
compreensão acerca da composição e descarte correto de cartelas de medicamentos /
Taline Mayana Bezerra Alves. – Arapiraca, 2024.
41 f.: il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Thaissa Lúcio Silva.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Iara Terra de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal
de Alagoas, *Campus Arapiraca*, Arapiraca, 2024.

Disponível em: Universidade Digital (UD) / RD- BSCA– UFAL (*Campus Arapiraca*).

Referências: f. 39-41.

1. Ensino de química. 2. Reciclagem. 3. Blister (Embalagem). I. Silva, Thaissa
Lúcio. II. Oliveira, Iara Terra de. III. Título.

CDU 54

Taline Mayana Bezerra Alves

Proposta de sequência didática para o ensino de química: compreensão acerca da composição e descarte correto de cartelas de medicamentos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química.

Data de aprovação: 20/02/2024.

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 **THAISSA LUCIO SILVA**
Data: 28/02/2024 11:39:33-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Thaissa Lúcio Silva
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 **IARA TERRA DE OLIVEIRA**
Data: 29/02/2024 22:21:44-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Iara Terra de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
 **ADEILDO JUNIOR DE OLIVEIRA**
Data: 29/02/2024 17:44:27-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Adeílto Junior de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

Documento assinado digitalmente
 **LARISSA LIMA DE ARRUDA MELO**
Data: 04/03/2024 07:33:45-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Ma. Larissa Lima de Arruda Melo
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus A. C. Simões
(Examinadora)

Dedico este trabalho aos meus pais e meus irmãos, que sempre me incentivaram. São minha rede de apoio, repleta de amor, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Deus por seu imensurável amor, o qual pude sentir ao longo do percurso acadêmico, assim como seu amparo e cuidado. Sua presença em minha jornada acadêmica me manteve forte e disposta a viver tudo que a Universidade me proporcionou. Seu poder foi sentido em todos os momentos da minha vida.

À minha família, em especial a meus pais Maria Vilma e Ailton e meus irmãos Thallita e Afonso por todo apoio, incentivo e por não medirem esforços para que fosse possível concluir a graduação, vocês são o meu alicerce. Sou grata por terem acreditado em mim.

Às minhas orientadoras, Prof^ª. Dr^ª. Thaissa Lúcio Silva e Prof^ª. Dr^ª. Iara Terra de Oliveira, que são exemplos de profissionais comprometidas e responsáveis. Sou grata pelo acolhimento, incentivo e contribuição ao longo da graduação e realização desse trabalho. Obrigada pelas valiosas orientações que foram essenciais para minha formação acadêmica.

À minha turma 2018.2, pelo companheirismo nessa jornada intensa e cheia de desafios, em especial Abigail, Dhensfa, Fhysmélia, Gabriela, Ires, Mayra, Matheus, Miguel, Rikellen e Roger. Os momentos vividos serão lembrados sempre com muito carinho.

As minhas amigas de infância e aos que foram chegando ao longo do percurso, por todo incentivo.

Aos professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, por me auxiliarem na construção de conhecimento, seus ensinamentos valiosos jamais serão esquecidos.

Ao projeto Alagoas mais limpa, que desenvolve um belíssimo trabalho em prol do meio ambiente, através dele fui construindo minha consciência ambiental. Me sinto honrada em fazer parte.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram e me incentivaram durante a graduação e construção deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho consiste na construção de uma Sequência Didática (SD) direcionada para o ensino de aspectos relacionados a cartelas de medicamentos e as implicações que sua destinação inadequada pode ocasionar à saúde e ao meio ambiente. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é propor uma sequência didática no Ensino de Química, com a perspectiva de contribuir acerca da composição e descarte correto de cartelas de medicamentos, ressaltando fatores relevantes que proporcionem a consciência ambiental dos educandos. A SD é uma atividade planejada para o ensino de conteúdos e ocorrem em etapas. Na proposta em questão, o conteúdo foi organizado para ser contemplado em quatro etapas, tendo como público-alvo a 3ª Série do Ensino Médio. Essa ferramenta de ensino auxiliará na construção e aperfeiçoamento do conhecimento dos alunos no que se refere ao contexto histórico, composição química, reciclagem e descarte consciente de cartelas de medicamentos. Dessa forma, este estudo poderá colaborar com a construção do conhecimento científico e social acerca de um tema relevante para a sociedade, buscando minimizar os riscos provocados pelo descarte incorreto desse resíduo.

Palavras-chave: reciclagem; *blister*; ensino de química.

ABSTRACT

The present work consists of the construction of a Didactic Sequence (DS) aimed at teaching aspects related to medication cards and the implications that their inappropriate disposal can cause to health and the environment. In this sense, the objective of the work is to propose a didactic sequence in Chemistry Teaching, with the perspective of contributing to the composition and correct disposal of medicine packs, highlighting relevant factors that provide students with environmental awareness. SD is a planned activity for teaching content and occurs in stages. In the proposal in question, the content was organized to be covered in four stages, with the target audience being the 3rd Series of High School. This teaching tool will help build and improve students' knowledge regarding the historical context, chemical composition, recycling and conscious disposal of medication packs. In this way, this study will be able to collaborate with the construction of scientific and social knowledge about a topic relevant to society, seeking to minimize the risks caused by the incorrect disposal of this waste.

Keywords: recycling; *blister*; chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de montagem do blister.....	13
Figura 2 - Representação estrutural do PVC.....	14
Figura 3 - Representação estrutural do PVDC.....	15
Figura 4 - Representação estrutural do PCTFE.....	15
Figura 5 - Representação estrutural do PP.....	16
Figura 6 - Representação estrutural do PET.....	17
Figura 7 - Representação estrutural do PE.....	18
Figura 8 - Coletores na UFAL (cartelas de medicamentos, tampinhas plásticas e pilhas e baterias).....	22
Figura 9 - Obra de arte confeccionada pelo artesão Jackson Lima.....	23
Figura 10 - Relação quantitativa de arrecadação de cartelas de medicamentos no 2º semestre de 2022.....	23
Figura 11 - Relação quantitativa de arrecadação de cartelas de medicamentos no 1º semestre de 2023.....	23
Figura 12 - Coletor do Posto de medicamentos no Povoado Novo Rio.....	24
Figura 13 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	25
Figura 14 - Embalagens de medicamentos.....	31
Figura 15 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SD	Sequência Didática
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
PVC	Cloreto de Polivinila
PVDC	Cloreto de Polivinilideno
PCTFE	Policlorotrifluoretileno
PP	Polipropileno
PET	Polietileno Tereftalato
PE	Polietileno (PE)
COC	Copolímeros de Olefinas Cíclicas (COC)
LLDPE	Polietileno Linear de Baixa Densidade
LDPE	Polietileno de Baixa Densidade
MDPE	Polietileno de Média Densidade
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
EHF	Fragmentação Eletro-Hidráulica
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1	Utilização das cartelas de medicamentos (<i>blíster</i>) no setor farmacêutico: uma abordagem histórica.....	12
2.2	Composição química das cartelas de medicamentos.....	12
2.2.1	Cloreto de Polivinila (PVC).....	14
2.2.2	Cloreto de Polivinilideno (PVDC).....	15
2.2.3	Policlorotrifluoretileno (ACLAR®) - PCTFE.....	15
2.2.4	Polipropileno (PP).....	16
2.2.5	Tereftalato de Polietileno (PET).....	17
2.2.6	Polietileno (PE).....	18
2.2.7	Copolímeros de Olefinas Cíclicas (COC).....	19
2.2.8	Alumínio.....	19
2.3	Reciclagem das cartelas de medicamentos: possibilidades e desafios.....	20
2.4	Soluções sustentáveis para o descarte incorreto das cartelas de medicamentos.....	21
2.4.1	Abordagem nacional.....	21
2.4.2	Abordagem local.....	22
2.5	Sequência didática.....	26
3	OBJETIVOS.....	28
3.1	Objetivo Geral.....	28
3.2	Objetivos Específicos.....	28
4	METODOLOGIA.....	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.1	Sequência didática acerca de aspectos relacionados à história, composição química, descarte e reciclagem de cartelas de medicamentos vazias.....	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A utilização de cartelas como embalagem para acondicionar medicamentos foi uma inovação para a indústria farmacêutica, sua produção teve início em 1960, no entanto, somente com a formulação do anticoncepcional ocorreu um aumento de sua comercialização. Isso, em razão dos benefícios apresentados que de acordo com Nieminen *et al.* (2020) compreende em uma elevada capacidade de vedação comparada com os demais tipos de recipientes (vidro e plástico) permitindo assim um aumento no prazo de validade e a diminuição de riscos de violação.

Em virtude de seus benefícios, a utilização de cartelas tornou-se uma boa alternativa, mas seu uso coloca em destaque um fator importante, a questão do descarte. Levando em consideração que essa embalagem entra em contato direto com medicamentos, que por sua vez são compostos por substâncias químicas, ao serem destinados de maneira inadequada podem trazer riscos à saúde e ao meio ambiente. Logo, esse resíduo necessita de uma atenção especial, visto que, não pode ser descartado no lixo comum. Para Santos (2023) essa consciência excede o ato de apenas “jogar o lixo na lixeira”, mas compreender os danos causados ao meio ambiente e a saúde através do descarte inadequado dos resíduos.

Assim sendo, o ambiente escolar é considerado um espaço importante para o ensino de questões ambientais e oportuniza meios para a construção de conhecimento. Partindo da perspectiva do ensino, estudar aspectos relacionados a cartelas de medicamentos, contextualizando com os conceitos químicos é uma maneira de contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo, por proporcionar uma proximidade do aluno com o material em estudo. Para tanto, esse trabalho traz uma proposta de SD, que é uma ferramenta de ensino que permite que o professor tenha autonomia durante a aplicação, bem como, dispor de diferentes maneiras de apresentar o conteúdo.

A SD consiste em uma maneira de ministrar o conteúdo por etapas, sendo planejada e organizada pelo professor de acordo com a finalidade de cada aula (Maroquio, 2021). Vale ressaltar, que poderá sofrer adequações para melhor atender a especificidade de cada turma. A proposta de SD apresentada no trabalho abordará em suas quatro etapas aspectos relacionados à contextualização histórica, composição química, reciclagem e descarte correto de cartelas de medicamentos.

De tal modo, o trabalho propôs a criação de uma SD como uma sugestão para o Ensino de Química, com a perspectiva de contribuir acerca da composição e descarte correto

de cartelas de medicamentos, ressaltando fatores relevantes que proporcionem a consciência ambiental dos educandos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Utilização das cartelas de medicamentos (*blister*) no setor farmacêutico: uma abordagem histórica

Na década de 1960, Karl Klein propôs a primeira maquinaria para a produção de embalagens de cartelas de medicamentos, conhecidas também como *blister push-through*, seu projeto não obteve uma patente pois a indústria farmacêutica europeia não mostrou interesse. Anos depois, com a formulação da pílula anticoncepcional a embalagem escolhida para acondicionar esse tipo de medicamento foi a tipo *blister*, o que proporcionou o aumento de sua utilização (Pilchik, 2000).

O *blister* começou a ser comercializado para acondicionar medicamentos e sua utilização se deu devido a elevada capacidade de vedação, sendo considerada mais eficiente que os recipientes de vidro e plástico, o que proporciona um melhor prazo de validade e menor risco de violação da embalagem (Nieminen *et al.*, 2020).

Blister é uma palavra de origem inglesa e significa bolha, que de acordo com a ANVISA (2011) é um “recipiente que consiste em uma bandeja moldada com cavidades dentro das quais as formas farmacêuticas são armazenadas, normalmente com uma cobertura de material laminado selada à parte moldada, que deve ser aberta ou rompida para acessar o conteúdo”.

De acordo com Pilchik (2000), o principal motivo para a escolha do *blister* é a possibilidade da ingestão de uma dose individual, permitindo mais eficiência. Além da facilidade de manuseio e armazenamento.

As indústrias farmacêuticas identificaram outras vantagens na utilização do *blister*, como um menor risco de acidentes provenientes da quebra dos recipientes de vidro, menor custo, facilidade em comprovar o uso indevido em relação aos outros tipos de embalagens, sendo fácil de identificar uma violação (Pilchik, 2000).

2.2 Composição química das cartelas de medicamentos

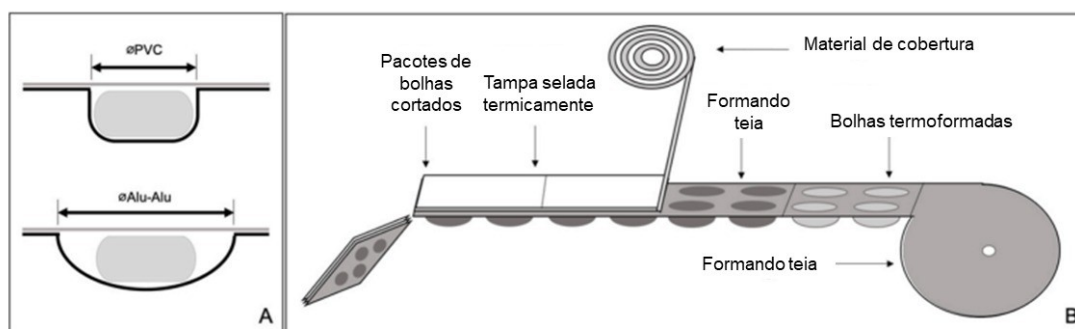
Na composição de cartelas de medicamentos estão presentes materiais constituídos de polímeros. Os polímeros são macromoléculas caracterizadas por seu tamanho, sua estrutura química e interações intra e intermoleculares, possuem unidades químicas que são unidas por ligações covalentes, que se repetem ao longo da cadeia (Spinacé; Paoli, 2005).

São conhecidas duas classes de polímeros: termofixos e termoplásticos. Os termofixos são aqueles que se reticulam a fim de produzir cadeias grandes, à medida que a reação química é completada o material se torna não fundível. Ou seja, a reação de polimerização está completa e não é possível mais alterar o polímero sem quebrar as ligações moleculares dentro dele. Já os termoplásticos, mesmo ao completar a reação, o polímero permanece capaz de derreter e de se tornar líquido em altas temperaturas. Esse tipo de polímero pode ser classificado em: amorfos ou cristalinos ou a combinação de ambos (Bauer, 2016).

Com relação aos tipos de polímeros, existem dois: adição e condensação. O polímero de adição é quando ocorre a reação entre duas espécies químicas formando um novo composto, na qual o peso do polímero formado e do monômero adicionado são iguais, ou seja, sem perda de massa molecular. O polímero de condensação são os que se originam da reação de dois grupos funcionais com a eliminação de grupos químicos que apresentam baixo peso molecular, por exemplo água, amônio, ácido clorídrico (HCl) (Bauer, 2016; Canevarolo Júnior., 2013).

As cartelas de medicamentos, geralmente, consistem em um filme formador polimérico e um material que sela as embalagens, para sua fabricação são utilizados dois métodos de produção: termoformagem e moldagem a frio (figura 1) (Oliveira; Costa; Nascimento, 2021). Na termoformagem, geralmente o filme formador é de plástico e sua moldação se dá através da termoformação. O alumínio é o material de cobertura mais comum, em razão de sua capacidade de isolamento e dureza que o torna um material de passagem adequado. Já a moldagem a frio tem o alumínio no filme de formação e na cobertura, as embalagens moldadas a frio apresentam melhor resistência à luz e umidade e são mais caras e difíceis de fabricar cobertura (Nieminen *et al.*, 2020).

Figura 1 - Processo de montagem do blister.



Fonte: A autora (2024). Adaptado de Oliveira; Costa; Nascimento (2021).

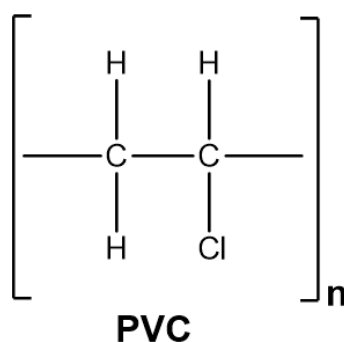
Na figura 1, é ilustrado o processo de moldagem do *blister*, sendo A a bolsa blister formada por termoformagem (superior) e prensagem a frio (inferior), selada por filme e B a montagem do *blister*, nele uma fita “moldável” recebe o produto, ao momento que é selada pela camada de base. Ambas passam por um agente de revestimento térmico para que sejam aderidas uma à outra (Oliveira; Costa; Nascimento, 2021, tradução nossa).

Comumente, estão presentes na composição das cartelas de medicamentos os seguintes polímeros: Cloreto de Polivinila (PVC), Cloreto de polivinilideno (PVDC), PCTFE - Policlorotrifluoretileno (ACLAR®), Polipropileno (PP), Polietileno Tereftalato (PET), Polietileno (PE), Copolímeros de Olefinas Cíclicas (COC) e Alumínio.

2.2.1 Cloreto de Polivinila (PVC)

O PVC (figura 2) é considerado o mais versátil entre os plásticos, podendo ter suas características alteradas dentro de um vasto espectro de propriedades conforme sua aplicação final. Variando desde o rígido ao altamente flexível, se adequa aos mais variados processos de moldagem, é um material que apresenta aplicação ligada diretamente a construção civil, apresentando um excelente custo-benefício em relação a outros utilizados no mesmo segmento (Rodolfo Júnior; Nunes; Ormanji, 2002). Os fatores que levaram a escolha do PVC como material de cartelas de medicamentos, se deu devido a sua excelente termoformabilidade, boa resistência química, baixa permeabilidade a óleos, gorduras e aromatizantes, fácil tinturabilidade, resistência a flexão e baixo custo (Pilchik, 2000).

Figura 2 -Representação estrutural do PVC



Fonte: A autora (2023). Adaptado de Souza; Martins; Queiroz (2020).

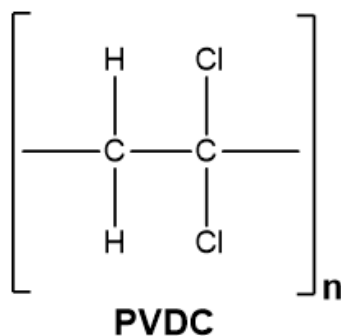
O átomo de cloro na estrutura molecular do PVC torna-o um polímero resistente à propagação de chamas, favorecendo suas aplicações no qual o intuito é retardar à chama. Ademais, o teor de cloro presente na estrutura aumenta a sua afinidade e possibilita sua

mistura com um maior conjunto de aditivos se comparado com qualquer outro termoplástico (Rodolfo Júnior; Nunes; Ormanji, 2002).

2.2.2 Cloreto de Polivinilideno (PVDC)

PVDC (figura 3) é um polímero produzido a partir da polimerização do cloreto de vinilideno e possui em sua composição um átomo de cloro a mais que no PVC, o que confere o desenvolvimento ainda maior de suas forças intermoleculares, tornando sua barreira contra gases mais eficientes (Canevarolo Junior, 2013). O PVDC é um revestimento aplicado em filmes plásticos, nas embalagens de cartelas de medicamentos o PVDC reveste o PVC, sendo aplicado também em laminações. Sua utilização se dá devido a capacidade de reduzir a permeabilidade a gases e umidade, a barreira de gás fornecida contra o oxigênio é a mais comum, por essa razão é encontrado em embalagens farmacêuticas e de alimentos (Pilchik, 2000; Bauer, 2016).

Figura 3- Representação estrutural do PVDC



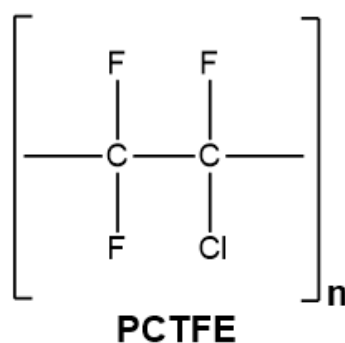
Fonte: A autora (2023). Adaptado de Souza; Martins; Queiroz (2020).

2.2.3 Policlorotrifluoretileno (ACLAR®) - PCTFE

O PCTFE (aclar) (figura 4) é um filme barreira que possui facilidade em sua termoformação, é considerado o filme transparente que apresenta a mais alta barreira contra umidade. Os produtos aclar possibilitaram ampliar a utilização das embalagens de cartelas de medicamentos, visto que podem ser termoformados tanto em cavidades de bolhas claras quanto em coloridas e apresentam características de barreira semelhantes às da barreira que a folha oferece (Pilchik, 2000).

Este polímero tem um átomo de cloro em sua estrutura e sofre modificação através da adição de comonômero e essas características limitam a sua cristalinidade tornando-o um material semicristalino (Bauer, 2016).

Figura 4 - Representação estrutural do PCTFE



Fonte: A autora (2023). Adaptado de Tudo sobre Plásticos (2023)¹.

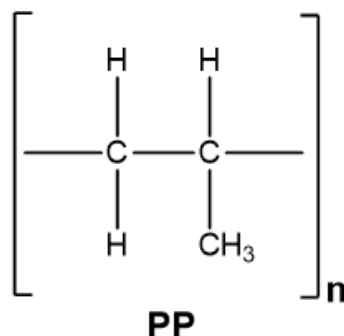
2.2.4 Polipropileno (PP)

São destacadas algumas vantagens de utilizar o PP (figura 5) em embalagens, são elas: apresentam uma boa resistência a temperaturas mais elevadas, bem como, a graxas e óleos, é menos propenso a absorver alguns materiais, dispõe de uma melhor barreira contra umidade. Como desvantagens, pode-se ressaltar sua instabilidade térmica, a lentidão de seu processamento comparado com o do PVC. Ademais, o PP é suscetível ao encolhimento pós-processamento da termoformação, tendo em vista que as temperaturas necessárias tanto para esse processo quanto para o resfriamento deverão ser controladas com precisão (Bauer, 2009; Pilchik, 2000).

O PP é muito usado em aplicações de fechamento, como na produção de tampas com dobradiças, sendo amplamente utilizadas em alimentos, bebidas, cosméticos e produtos farmacêuticos. São conhecidos dois tipos de materiais: os homopolímeros, que apresentam alta rigidez e menos resistência a impactos e os copolímeros que são mais flexíveis e apresentam melhor funcionamento em baixas temperaturas (Theobald; Winder, 2006).

¹ Disponível em: <https://www.tudosobreplasticos.com/materiais/ptfe.asp>. Acesso em: 03 nov. 2023.

Figura 5 - Representação estrutural do PP



Fonte: A autora (2023). Adaptado de Tudo sobre Plásticos (2023)².

2.2.5 Tereftalato de Polietileno (PET)

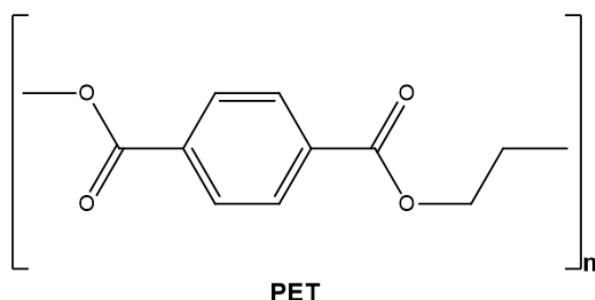
Os filmes PET (figura 6) são utilizados em uma variedade de embalagens farmacêuticas e alimentícias, servindo como camada estrutural para bolsas esterilizáveis transparentes. Esse material pode substituir o PVC, todavia, sua permeabilidade ao vapor de água é maior, o que limita sua aplicabilidade. Ainda que o PET revestido com PVDC disponha da mesma função de barreira ao vapor de água que o PVC, não é considerado um bom substituto para os plásticos clorados. É mais comum o PET ser usado para o recipiente que para a tampa, mas quando utilizado em sistemas de fecho é usado como material de cobertura ou enrolamento para confeitaria (Pilchik, 2000; Çapkyn, Gökelma, 2023; Theobald, Winder, 2006; Bauer, 2009).

O polímero é resistente à fusão muito baixa, logo, o material não pode ser aquecido além de sua transição vítrea (T_g) e transformado em um recipiente devido a T_g e o ponto de fusão do polímero serem próximos e definidos. O PET é considerado único, pois os três estados físicos do material são usados na embalagem, sendo classificados em: PET microcristalizado em garrafas, PET amorfo (chamado APET) em conchas e aplicações termoformadas, e CPET utilizado em produtos que podem ser preparados no forno (Bauer, 2009).

O PET é outro material que pode ser usado como substituto do PVC, mas sua maior permeabilidade ao vapor de água do que o PVC limita sua aplicabilidade. Embora o PET revestido com PVDC tenha a mesma função de barreira ao vapor de água que o PVC, não é um bom substituto para os plásticos clorados (Pilchik, 2000).

² Disponível em: <https://www.tudosobreplasticos.com/materiais/polipropileno.asp>. Acesso em: 03 nov. 2023.

Figura 6 - Representação estrutural do PET



Fonte: A autora (2023). Adaptado de Rosmaninho *et al.* (2009).

2.2.6 Polietileno (PE)

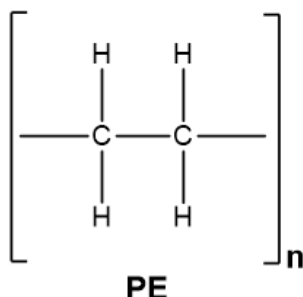
O PE (figura 7) pode ser classificado em diversas maneiras e classes, desde linear de baixa densidade (LLDPE), até baixa densidade (LDPE), média densidade (MDPE) e alta densidade (PEAD), dispondo de atributos e qualidades de produção específicos. No que diz respeito ao desenho das embalagens e sistemas de fechamento, o papel desempenhado por cada um desses materiais é específico, o fechamento deve ser visualizado como um complemento do recipiente no momento da fabricação, não um item isolado, ambos conferem especificidade completa à embalagem (Theobald; Winder, 2006).

Geralmente, o LDPE é utilizado em tampas de alimentos e bebidas, tendo em vista que sua flexibilidade proporciona um bom encaixe. Para o uso em materiais mais resistentes, é preferível o tipo HDPE, visto que apresentam melhores propriedades organolépticas, sendo os mais escolhidos para produtos sensíveis. O revestimento de polietileno dispõe de duas funções: proporciona resistência ao produto e permite a selagem térmica de dentro para dentro e de dentro para fora (Theobald; Winder, 2006).

Se aumentar o peso do PE, principalmente em seu interior, consequentemente aumentará a resistência das vedações, o que é útil para os sistemas de distribuições. Tratamentos químicos são usados a fim de melhorar a capacidade de impressão, para que as propriedades de vedação não sofram interferência é necessário ter cautela para evitar contaminação no interior do PE (Theobald; Winder, 2006).

Os copolímeros de PE são também polímeros de adição e substituem comonômeros tais como propeno, buteno, hexeno ou octeno para etileno. O PE linear tende a ter partes de sua estrutura parcialmente cristalina, tendo sua cristalinidade em torno de 70% a 90%, sendo resultado do pequeno tamanho das unidades repetitivas ou de grupos produtores um grau elevado de estereoregularidade (Bauer, 2009).

Figura 7 - Representação estrutural do PE



Fonte: A autora (2023).

2.2.7 Copolímeros de Olefinas Cíclicas (COC)

Os polímeros podem ser produzidos a partir da mesma unidade, repetindo-se de forma contínua, como ocorre no PE ou PP, ou podem ser constituídos com múltiplos monômeros para produzir um copolímero, por exemplo, Nylon e PET (Bauer, 2009).

O COC faz parte da família das olefinas e apresenta uma ótima transparência, alta rigidez e boa termoformabilidade. Dispõe de uma barreira elevada contra umidade (quase 10 vezes a mais que o PVC e mais que o dobro do PVDC revestido de PVC), uma boa resistência química e biocompatibilidade, mas não são compatíveis com hidrocarbonetos alifáticos ou aromáticos e alguns tipos de gorduras e óleos (Pereira; Ferreira, 2017).

2.2.8 Alumínio

Na produção por termoformagem, o alumínio se faz presente na camada de base das cartelas de medicamentos, no entanto, na moldagem a frio ele é usado como constituinte principal em ambas as camadas. Geralmente, o alumínio pesado é usado como camada de base para que seja facilitado a retirada do comprimido. Em contrapartida, o alumínio leve dificulta a abertura, o que o torna ideal quando a questão é embalagem à prova de crianças (Pilchik, 2000).

O filme composto por Poliamida Orientada (OPA)/Alumínio/PVC permite a eliminação quase completa da capacidade de permeabilidade à umidade, isso vai depender da densidade desse filme (Pereira; Ferreira, 2017). A moldagem a frio demanda mais materiais de embalagem do que a termoformagem, o que o torna um processo mais caro. Uma desvantagem, é que no processo de moldagem a frio as cavidades das embalagens devem ser maiores que na termoformagem, o que leva o aumento da área da embalagem permitindo o deslocamento do produto dentro da cartela (Pilchik, 2000).

As tampas que utilizam alumínio demandam diferentes ductilidades do material para que o sistema de tampa se complete, o alumínio pode ser formado em tampas grossas e rígidas e nas finas e flexíveis. As tampas rígidas e grossas são usadas preferencialmente para latas ou recipientes de aerossol, ao passo que o material fino e flexível é usado para fechar potes, garrafas ou termoformas (Theobald; Winder, 2006).

2.3 Reciclagem das cartelas de medicamentos: possibilidades e desafios

Os resíduos de medicamentos apresentam em sua composição substâncias químicas que podem trazer riscos à saúde pública e ao meio ambiente, tendo em vista que as cartelas entram em contato direto com os medicamentos isso as torna um resíduo de difícil reciclagem, logo, nem toda empresa realiza a sua reciclagem.

O que sobra da produção das cartelas de medicamentos e que não entra em contato com medicamentos podem ser recicladas com segurança. A maioria das cartelas contém plástico e alumínio, por esta razão é necessário um processo químico e/ou físico para separar as camadas e assim reciclar, no entanto, essa etapa não é realizada por empresas de reciclagem comuns. A sustentabilidade não é garantida pela reciclagem em si, a separação entre alumínio e plástico pode demandar alto consumo de energia, uso de solventes orgânicos ou reagentes corrosivos (Nieminen *et al.*, 2020; Oliveira; Costa; Nascimento, 2021).

As cartelas de medicamentos são estruturas multicamadas, para separar essas diferentes camadas a literatura apresenta 3 métodos, são eles: o método hidrometalúrgico, nele uma camada é direcionada para levar alumínio em solução ou separar as camadas dissolvendo somente a cola entre as camadas. O outro método consiste na degradação térmica que degrada o plástico partindo-o e separando-o do alumínio produzindo materiais corporativos e por fim o método da fragmentação eletro-hidráulica (EHF), que consiste na separação entre alumínio e plástico por uma nova aplicação de EHF, diminuindo também a energia de consumo (Çapkyn, Gökelma; 2023).

Para que seja realizada a reciclagem do material polimérico que compõe a cartela de medicamento, Spinacé e Paoli (2005) destacam quatro categorias, são elas: primária, secundária, terciária e quaternária.

A reciclagem primária, consiste na conversão de resíduos poliméricos industriais por métodos de processamento padrão em produtos que apresentam características similares a dos produtos originais. A reciclagem secundária, é a conversão de resíduos poliméricos oriundos dos resíduos sólidos urbanos por um processo ou combinação de processos em produtos que

possuem uma menor exigência do que os produtos obtidos com polímeros virgens. Reciclagem terciária compreende um processo tecnológico de produção de materiais químicos ou combustíveis a partir de resíduos poliméricos. Já a reciclagem quaternária é um processo tecnológico que recupera a energia de resíduos poliméricos por incineração controlada (Spinacé; Paoli, 2005).

As reciclagens primária e secundária recebem o nome de reciclagem mecânica ou física. A diferença entre elas é que na primária é utilizado o polímero pós-industrial e na secundária, pós-consumo. A reciclagem terciária é chamada também de química e a quaternária de energética (Spinacé; Paoli, 2005).

2.4 Soluções sustentáveis para o descarte incorreto das cartelas de medicamentos

2.4.1 Abordagem nacional

A Eccoplastic é uma empresa brasileira localizada em Pouso Alegre - Minas Gerais, que atua em todo território nacional e internacional. Seu objetivo é a reciclagem de todos os materiais coletados, com foco na Economia Circular por meio da Logística Reversa. São apresentadas soluções para reciclagem e destinação adequada para todos os tipos de *blisters* (cartelas de medicamentos), sendo considerada uma empresa especialista na reciclagem desse resíduo utilizando processo totalmente sustentável.

A Eccoplastic criou soluções de reciclagem para materiais considerados impossíveis de reciclar. A empresa produz ecoprodutos, que são produtos fabricados utilizando um *blend* específico. Esse *blend* é criado a partir de resíduos reciclados e não reciclados. Desse modo, a empresa poderá ter seu produto novamente, através de uma nova perspectiva, por meio da economia circular. A empresa trabalha com produtos à base de cartelas de medicamentos, potes plásticos, tubos de pastas de dentes e embalagens no geral.

No processo, não são utilizados substâncias químicas e água, o método empregado é baseado em soluções de moagem e micronização, o que preserva as características do PVC. De acordo com a Eccoplastic (2023), o material é 100% reciclado com a utilização de máquinas desenvolvidas por eles mesmos para que o processo seja eficaz e que respeite o meio ambiente não gerando, assim, nenhum desperdício de material.

As etapas de serviço da empresa são: recebimento do material, separação e classificação, trituração, micronização, separação dos materiais, classificação e armazenamento.

2.4.2 Abordagem local

Na Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca, foi criado o projeto “Alagoas Mais Limpa”, idealizado por duas docentes do curso, com o objetivo de promover ações sustentáveis com foco nos resíduos sólidos. Através do projeto foram implantados coletores (figura 8), entre eles o de cartelas de medicamentos, na qual a comunidade acadêmica deposita as cartelas e posteriormente é realizada a contagem por um dos integrantes do grupo. A criação desse coletor foi sugestão dos próprios alunos, devido à dificuldade de descarte específico nas localidades em que residem.

Figura 8 - Coletores na UFAL (cartelas de medicamentos, tampinhas plásticas e pilhas e baterias).



Fonte: A autora (2023).

Inicialmente, as cartelas eram levadas para um ponto de coleta na Universidade de São Paulo (USP). No entanto, com a expressiva quantidade de arrecadações tornou-se inviável a logística de entrega. Deste modo, o artesão Jackson, que reside em Limoeiro de Anadia, se prontificou em receber esse material e transformá-lo em obras de arte (figura 9).

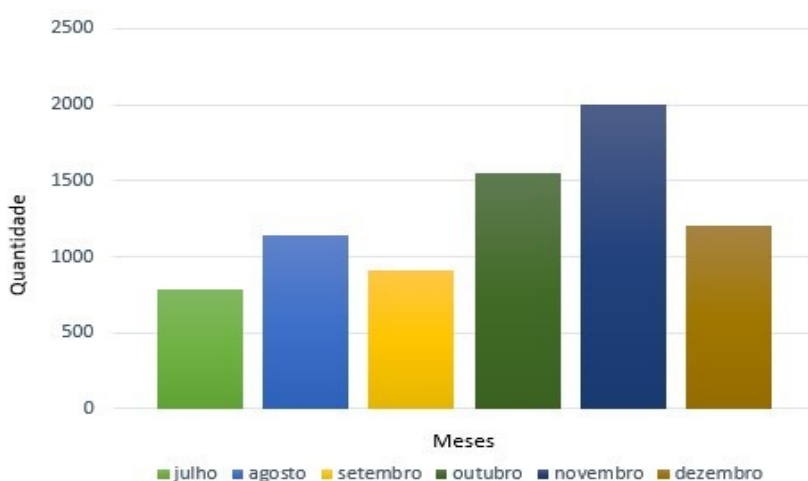
Figura 9 - Obra de arte confeccionada pelo artesão Jackson Lima.



Fonte: Lima (2023).

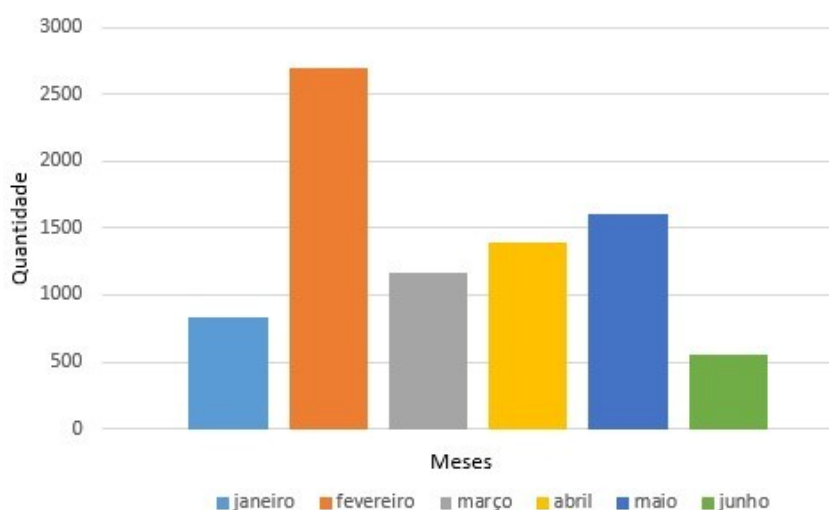
Conforme visto nas figuras 10 e 11, no período de 14 de julho de 2022 a 28 de junho de 2023 foram arrecadas 15.852 cartelas de medicamentos, 7.595 arrecadas em 2022 e 8.257 em 2023.

Figura 10 - Relação quantitativa de arrecadação de cartelas de medicamentos no 2º semestre de 2022.



Fonte: A autora (2023).

Figura 11 - Relação quantitativa de arrecadação de cartelas de medicamentos no 1º semestre de 2023.



Fonte: A autora (2023).

Explorando uma análise das figuras 10 e 11, pode-se destacar que os meses com maior quantidade de arrecadações foram novembro de 2022 e fevereiro de 2023, sendo 2005 e 2698 cartelas arrecadadas, respectivamente.

Em parceria com o projeto, foi implantado um coletor fora do ambiente acadêmico. Sendo ele, no posto de medicamentos do Povoado Novo Rio - Igaci (figura 12).

Figura 12 - Coletor do Posto de medicamentos no Povoado Novo Rio.



Fonte: A autora (2023).

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas faz um apelo global para que sejam desenvolvidas ações que acabe com a pobreza, proteja o meio ambiente e assegure que

as pessoas possam usufruir de paz e de prosperidade. Para isso, são necessários que sejam atingidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (figura 13).

Figura 13 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Organização das Nações Unidas [20--]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 03 nov. 2023.

Através do projeto Alagoas mais limpa, principalmente com as ações voltadas ao descarte de cartelas de medicamentos, é possível contribuir em torno de alguns desses objetivos, como: 3, 11, 12, 14 e 15. Com relação ao descarte de cartelas na UFAL- Campus Arapiraca é possível reduzir impactos causados pelo descarte inadequado desses resíduos, como a contaminação do solo e das fontes de abastecimento de água, o que pode trazer danos à saúde e ao meio ambiente.

Com o incentivo do descarte correto, espera-se minimizar impactos ambientais, promovendo assim uma conscientização acerca do descarte inadequado desses resíduos. As ações perpetuam dentro e fora da Universidade, considerando que as cartelas recebidas são trazidas de cidades circunvizinhas (o que evidencia que o projeto alcança ações sustentáveis além do muro da Instituição) e, posteriormente, encaminhadas para que possam ser reutilizadas de outra forma.

Levando em consideração a importância da conscientização acerca do descarte correto de cartelas de medicamentos vazias, espera-se que em documentos do Estado sejam evidenciadas ações referentes a essa temática. Ao analisar o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas (Vol.I - TOMO's I, II e III; Vol.II- Parte's 1, 2, 3, 4 e 5), o que é posto em pauta são ações direcionadas ao descarte de medicamentos vencidos e suas embalagens. Não

está evidente no documento o descarte de cartelas vazias, o que torna a situação preocupante, tendo em vista as consequências que podem acarretar o descarte incorreto desse tipo de resíduo.

2.5 Sequência didática

Para Zabala (1998), a SD é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para que seja realizado certos objetivos educacionais, que apresentem início e fim, conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Nesta mesma perspectiva, Cruz e Simões Neto (2018) destacam que uma SD, também conhecida por sequência de ensino e aprendizagem, é um conjunto de atividades escolares organizadas para planejar o ensino de um conteúdo, maximizando as potencialidades de diferentes metodologias, dentro de um conjunto de ações em busca da aprendizagem.

A SD é uma estratégia didática utilizada por professores que permite que este tenha autonomia durante a mediação das atividades propostas. De acordo com Maroquio (2021), a SD é planejada para ensinar um conteúdo e organizar as etapas conforme os objetivos que o professor quer alcançar, incluindo atividades de aprendizagem e avaliação, possibilitando que o professor possa intervir nas atividades elaboradas para aperfeiçoar sua aula.

O papel do professor em relação a proposta de uma SD vai além da formulação, o profissional precisa ter antes da formulação o conhecimento em torno de seus alunos para que a estratégia esteja adequada de acordo com a necessidade da turma. Deve ser preparada situações que possibilitem que o aluno desenvolva um caráter investigativo e crítico em torno do que está sendo apresentado.

No processo de ensino e aprendizagem, a SD pode ser trabalhada possibilitando que o aluno traga seus conhecimentos prévios e confronte-os com os apresentados no ambiente de ensino, dessa forma, o aluno terá a possibilidade de construir o conhecimento alinhando o conhecimento adquirido previamente com o que lhes foi apresentado. Sobre isso, Maroquio (2021) enfatiza que:

[...] o uso da sequência didática, como recurso pedagógico, permite um novo olhar sobre a organização curricular, com ênfase no ensino pautado em investigação, por meio de condições reais do cotidiano, partindo de problematizações que levem o aluno a conferir o seu conhecimento prévio com o conhecimento apresentado no espaço de aprendizagem, levando-o a se apropriar de novos significados, novos métodos de investigação e a produzir novos produtos e processos (Maroquio, 2021, p. 4).

A SD pode ser uma grande aliada para o ensino de química levando em consideração que os alunos apresentam uma resistência para este estudo, o que pode ser causado segundo Santos *et al.* (2013) pela dificuldade de abstração de conceitos, a elaboração e compreensão de modelos científicos. Sendo assim, com a SD o professor utilizará estratégias para trabalhar essa dificuldade, mediando de forma que os alunos compreendam a importância de estudar química e de sua contextualização, assim como, as rupturas que estão em torno desse conhecimento.

Méheut (2005) ressalta componentes a serem considerados na estrutura de uma sequência de ensino-aprendizagem, são eles: professor, aluno, mundo material e conhecimento científico. Duas dimensões irão ser apresentadas de acordo com a relação entre esses componentes, a epistemológica e a pedagógica.

A dimensão epistemológica, refere-se em como o conhecimento funciona em relação ao mundo material e os fatores relacionados à construção do conhecimento científico. Por outro lado, a dimensão pedagógica está relacionada aos tipos de interações, seja ela professor-aluno ou aluno-aluno (Méheut, 2005).

A SD é uma ferramenta que possibilita uma forma de ensinar flexível e que se adeque às necessidades de aprendizagem de diferentes públicos, permitindo que o professor disponha de diversas formas de apresentar um conteúdo, contribuindo, assim, para minimizar dificuldades apresentadas pelos alunos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Propor uma sequência didática para o Ensino de Química, com a perspectiva de contribuir acerca da composição e descarte correto de cartelas de medicamentos, ressaltando fatores relevantes que proporcionem a consciência ambiental dos educandos.

3.2 Objetivos Específicos

- Contextualizar historicamente o uso de cartelas de medicamentos, destacando os impactos associados a essa prática.
- Discutir a composição química, bem como os processos de reciclagem existentes para as cartelas de medicamentos.
- Estimular a autonomia e a cidadania ambiental a partir da criação de medidas capazes de minimizar os impactos gerados pelo descarte incorreto desse resíduo.

4 METODOLOGIA

Foi realizada a construção de uma SD relacionada ao uso das cartelas de medicamentos no setor farmacêutico e áreas afins, enfatizando os aspectos relacionados à história, composição química, descarte e reciclagem de cartelas de medicamentos e trazendo para uma perspectiva de ensino.

Para tanto, foram elaboradas propostas divididas em quatro etapas, tendo como público-alvo turmas da 3ª Série do Ensino Médio.

Na 1ª etapa foi realizada uma abordagem histórica acerca da utilização das cartelas de medicamentos, e apresentada uma pergunta problema para que os alunos pudessem refletir ao longo das aulas. Assim, ao final da 4ª etapa, disponham de condições para respondê-la.

Na 2ª etapa são apresentados aspectos relacionados aos polímeros, tendo em vista que são um dos componentes das cartelas de medicamentos, bem como, suas estruturas químicas.

Na 3ª etapa foi exemplificado os tipos de reciclagem de polímeros de acordo com Spinacé e Paoli (2005), que preconizam os desafios em torno da reciclagem das cartelas de medicamentos e apresentado uma empresa especializada no processo e destinação apropriada dessas embalagens.

Na 4ª etapa foi discorrido acerca do descarte consciente, os riscos causados pela destinação errônea, e apresentado os 17 ODS, enfatizando aqueles que sejam possíveis de contribuir ao realizar ações voltadas ao descarte de cartelas de medicamentos. Por fim, através da pergunta problema, foram discutidas medidas capazes de minimizar os impactos gerados.

Em cada etapa da SD é apresentado tema, objetivo, justificativa, público-alvo, tempo estimado, desenvolvimento e uma forma de avaliação. Foi utilizado durante a construção da SD questionamentos para identificar quais conhecimentos prévios os alunos trazem a respeito do tema, para assim prosseguir com a discussão. Como ferramentas de avaliação foram propostas perguntas e respostas, caça-palavras e com o intuito de estimular a autonomia e a capacidade crítica e reflexiva dos alunos foi realizada a pergunta problema.

Com isso, ao longo da SD os alunos construirão conhecimento científico e social acerca de um tema relevante, dispondo de possibilidades para estimular a autonomia e a cidadania ambiental, através da reflexão e criticidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sequência didática acerca de aspectos relacionados à história, composição química, descarte e reciclagem de cartelas de medicamentos vazias.

1º ETAPA: Abordagem histórica acerca da utilização das cartelas de medicamentos no setor farmacêutico.

OBJETIVO: Abordar historicamente a utilização das cartelas de medicamentos no setor farmacêutico, assim como, os benefícios de seu uso em relação a outros tipos de embalagens.

JUSTIFICATIVA: É comum utilizar materiais sem conhecer sua origem e o motivo de sua escolha em determinadas circunstâncias. Portanto, é importante incorporar aspectos históricos para que os estudantes compreendam melhor as características do material de estudo.

PÚBLICO-ALVO: Alunos da 3ª série do Ensino Médio.

TEMPO ESTIMADO: 1 aula de 50 minutos.

DESENVOLVIMENTO

O professor inicia explicando para a turma que o tema da aula é relacionado a cartelas de medicamentos. Posteriormente, é realizada a abordagem do conteúdo, partindo de uma pergunta problema que será apresentada em slide, na qual os alunos terão a possibilidade de refletir ao longo das aulas e disponham de condições de respondê-la ao final da 4ª Etapa.

Pergunta problema:

- Levando em consideração a difícil reciclagem de cartelas de medicamentos, quais ações podem ser tomadas para amenizar os impactos causados pelo descarte incorreto desse tipo de resíduo?

Após a pergunta problema é iniciada a abordagem do conteúdo (em slides), relatando como se deu início a comercialização das cartelas de medicamentos e os desafios encontrados até obter sucesso em sua comercialização. Importante mencionar que esse tipo de embalagem é conhecido também por “*blister*”, se porventura o aluno escutar esse termo, compreender que está se referindo ao mesmo material. Para apresentar essa questão histórica, o professor poderá ter como base o trabalho intitulado como *Pharmaceutical Blister Packaging* (Pilchik, 2000).

Em seguida, o professor mostrará diferentes embalagens de medicamentos levadas por ele, como: cartelas de medicamentos, frascos plásticos e de vidro, sachês (semelhantes a observadas na figura 14).

Figura 14 - Embalagens de medicamentos



Fonte: A autora (2023).

Após a exposição desse material será perguntado aos alunos:

- É mais vantajoso utilizar qual tipo de embalagem para acondicionar medicamentos? (Será solicitado que deem exemplos para qualquer que seja a resposta).

Após a turma expor suas ideias, o professor traz as vantagens, segundo a literatura, acerca da utilização desse tipo de embalagem em comparação com as demais. Para isso, poderá ter como apoio o artigo “*Green Solvents In Recovery Of Aluminium And Plastic From Waste Pharmaceutical Blister Packaging*” (Nieminen *et al.*, 2020).

AVALIAÇÃO:

Serão entregues duas questões para serem respondidas em dupla e devolvidas ao professor (deverão ser elaboradas anteriormente para não ocupar o tempo da aula).

As perguntas serão:

- 1 A utilização das cartelas de medicamentos teve uma aceitação imediata? Explique como ocorreu o processo de comercialização dessa embalagem.

2 Quais vantagens as cartelas de medicamentos apresentam em relação aos outros tipos de embalagens?

2º ETAPA: Composição química das cartelas de medicamentos.

OBJETIVO: Discutir a composição química das cartelas de medicamento, evidenciando a estrutura química dos polímeros.

JUSTIFICATIVA: Na composição das cartelas de medicamentos são encontrados alguns polímeros. Logo, nessa etapa da SD o professor poderá trabalhar aspectos relacionados a esses materiais, bem como, suas estruturas químicas.

PÚBLICO-ALVO: Alunos da 3ª série do Ensino Médio.

TEMPO ESTIMADO: 3 aulas de 50 minutos.

DESENVOLVIMENTO

No início desta 2ª Etapa, propõe-se que o professor enfatize que para que um novo produto seja um sucesso de comercialização é necessário obter características que se sobressaiam aquelas já existentes, e que essas características podem estar associadas com aspectos relacionados à composição química do produto.

A fim de perceber quais conhecimentos o aluno traz a respeito do tema, a discussão acerca da composição química das cartelas de medicamentos inicia-se com um questionamento norteador:

- Quais são os materiais que compõem as cartelas de medicamentos?

Após as respostas dos alunos, o professor inicia a abordagem acerca dos polímeros, evidenciando os materiais constituintes das cartelas de medicamentos. Será conceituado "polímeros", assim como suas classes e tipos. Posteriormente, serão explicados os materiais que compõem as cartelas e quais características os tornam adequados para esse tipo de resíduo. Como material de apoio é sugerido o artigo "*Sustainability of blisters for medicines in tablet form*"³ e o Manual "*Pharmaceutical packaging handbook*"⁴.

3 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100423>.

4 DOI: <https://doi.org/10.3109/9781420012736>.

AVALIAÇÃO:

Será formado duplas e entregue alguns questionamentos. Após a resolução, será feita uma roda de conversa para discutir as questões.

Questões:

1. O que torna o alumínio um bom material para essas embalagens?
2. O que é liberado durante a queima do PVC?
3. Escolha uma substância presente na composição de cartelas de medicamentos, escreva sua fórmula e estrutura química.

3ª ETAPA: Reciclagem das cartelas de medicamentos.

OBJETIVO: Apresentar os tipos de reciclagem de polímeros destacados por Spinacé e Paoli (2005), evidenciando os desafios em torno da reciclagem das cartelas de medicamentos.

JUSTIFICATIVA: Ao falar de resíduos é importante trazer aspectos relacionados ao seu processo de reciclagem, logo, nessa aula os alunos conhecerão alguns aspectos associados à reciclagem das cartelas de medicamentos.

PÚBLICO-ALVO: Alunos da 3ª série do Ensino Médio.

TEMPO ESTIMADO: 2 aulas de 50 minutos.

DESENVOLVIMENTO

A aula será iniciada relembrando os principais pontos das aulas anteriores, como o contexto histórico da utilização das cartelas de medicamentos, sua composição. Logo após, entrará a explicação acerca da reciclagem desse material, dos polímeros que os constituem. Destacando que o processo de reciclagem reduz o gasto de energia, o tornando uma boa alternativa.

Após isso, iniciará a abordagem acerca dos métodos utilizados para separar as multicamadas presentes nas cartelas de medicamentos, bem como, as categorias de reciclagem dos materiais poliméricos em destaque. Para tanto, pode ser utilizado como material norteador

os artigos “*A review on the characterization and recyclability of pharmaceutical blisters*”⁵ e “A tecnologia da reciclagem de polímeros”⁶.

Em seguida, serão apresentados o site (<https://eccoplastic.com/>) e o perfil do Instagram da empresa Eccoplastic (@eccoplastic_), uma empresa brasileira sediada em Pouso Alegre, Minas Gerais, especializada na reciclagem e destinação apropriada de cartelas de medicamentos. A empresa é reconhecida como especialista nesse tipo de reciclagem. Posteriormente, serão fornecidos detalhes sobre o processo de reciclagem realizado pela Eccoplastic, oferecendo aos alunos a oportunidade de conhecer e acompanhar as ações relacionadas a esse resíduo.

AValiação:

Os alunos irão responder cinco questões de forma manuscrita e posteriormente, irão procurar em um caça-palavras termos relacionados as cartelas de medicamentos.

Pesquise e responda as questões abaixo. Em seguida, procure no caça-palavras termos relacionados a cartelas de medicamentos.

1. O alumínio é um metal que pode ser produzido por meio da bauxita. Qual a fórmula do principal componente da bauxita, seu nome e sua função inorgânica?
2. São destacados quatro tipos de categorias utilizadas para reciclar o material polimérico que compõe a cartela de medicamento, sendo elas primária, secundária, terciária e quaternária. Na sua opinião, qual a principal vantagem de reciclar as cartelas de medicamentos?
3. A Eccoplastic é uma empresa que cria soluções para reciclar materiais de difícil reciclagem. São utilizados moinhos que produzem até 500 kg/hora e micronizadores que produzem em média 250kg/hora. Levando em consideração essas ferramentas, a produção ocorre de acordo com quais métodos?
4. Faça uma pesquisa sobre quais materiais podem ser produzidos a partir da reciclagem das cartelas de medicamentos.

5 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100082>.

6 DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100014>.

5. As cartelas de medicamentos em sua maior parte são compostas por um tipo de polímero. Qual seu nome?

CAÇA-PALAVRAS

Cartelas de Medicamentos

Nesse caça-palavras tem termos relacionados as cartelas de medicamentos. Encontre-os!

As palavras poderão ser encontradas na horizontal, vertical e diagonal, com palavras ao contrário.

```

O H R L R A T T O O H G V I S S H R E S M H
P N I B L I S T E R P C S E A O I Y S L R F
G A D H H H D F V A N T O A L E O S T O P K
E F T Y N P L L L E G E V A T T W L A W U T
O I U G E A R A O A O E T E L O H R T R E I
L E H E D A H H N G I U G F H U E M T Y T D
A H E H D H G R E C I C L A G E M F E M S T
O O I E A W O U L L O E L E V S O Í I Y C A
N E N I M U L T I C A M A D A S H P N T V R
A M S C L O R E T O D E P O L I V I N I L A
L A N H S Y G M E G A M R O F O M R E T O L
D I L E T I L T I O H L T E F H I I E D I N
E Y Y S R R P O L Í M E R O S F E O T D E C
T M W D Y N I Y O O D H T P N Y G N T E C D
S G V G U H J O P I T R X A E R T A L A R E
E L N D U T I S D S N A E N D I I T A U L H

```

ALUMÍNIO
BLISTER

CLORETO DE
POLIVINILA

MULTICAMADAS
POLIETILENO

POLÍMEROS
RECICLAGEM

TERMOFORMAGEM

4º ETAPA: Descarte consciente.

OBJETIVO: Discutir soluções sustentáveis que podem ser realizadas para minimizar os impactos gerados pelo descarte incorreto das cartelas de medicamentos.

JUSTIFICATIVA: Tendo em vista os riscos provocados pela destinação inadequada das cartelas de medicamentos e considerando a escassez de empresas dedicadas à reciclagem desse material, o intuito é promover a discussão de medidas capazes de minimizar os impactos gerados pelo descarte incorreto.

PÚBLICO-ALVO: Alunos da 3ª série do Ensino Médio.

TEMPO ESTIMADO: 1 aula de 50 minutos

DESENVOLVIMENTO

Será realizada uma pergunta norteadora para a discussão, que poderá ser escrita em lousa, ou ser apresentada em slides, fica a critério do professor.

- Quais riscos o descarte incorreto de cartelas de medicamentos pode causar?

Após as respostas dos alunos, o professor inicia a explicação acerca da importância da destinação adequada, destacando os riscos à saúde e ao meio ambiente associados ao descarte incorreto. Para isso, poderá ser mostrado em slides imagens desses resíduos descartados de forma irregular, com informações relacionadas aos riscos provocados.

Posteriormente, pode ser apresentado aos alunos os 17 ODS (figura 15) e solicitado que destaquem aqueles que é possível contribuir ao realizar ações voltadas ao descarte de cartelas de medicamentos, o professor mediará a discussão.

Figura 15 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: Organização das Nações Unidas [20--]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 08 nov. 2023._

Em seguida, de forma rápida será realizada uma abordagem geral do tema, levantando os principais pontos desse resíduo destacados durante as etapas anteriores. Por fim, conclui-se a aula com a discussão da pergunta problema.

AVALIAÇÃO:

Na 1ª Etapa, foi trazida uma pergunta problema para que os alunos pudessem refletir ao longo das aulas e ao fim da 4ª e última etapa dispusessem de condições para respondê-la. Neste momento de avaliação, o professor solicitará que formem grupos de quatro integrantes. E, posteriormente, será entregue a pergunta problema impressa para que os alunos deem suas contribuições de acordo com o que compreenderam durante a abordagem do tema. Após a resolução das questões, um aluno por grupo escreverá na lousa as ideias de sua equipe.

Pergunta problema:

- Levando em consideração a difícil reciclagem de cartelas de medicamentos, quais ações podem ser tomadas para amenizar os impactos causados pelo descarte incorreto desse tipo de resíduo?

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de SD apresentada pode ser aplicada em turmas de 3ª Série do Ensino Médio como uma alternativa para trabalhar conceitos químicos, bem como, levar conhecimento acerca de ações a respeito da composição e descarte incorreto de cartelas de medicamentos que trazem riscos à saúde e ao meio ambiente. Vale salientar, que a contextualização em torno dos conceitos químicos trabalhados durante a aula pode favorecer a compreensão acerca do conteúdo, tendo em vista que os alunos terão exemplos práticos de suas aplicações.

O desenvolvimento das etapas da SD foi articulado com a finalidade em contribuir com a construção de conhecimento e estimular a reflexão crítica sobre um tema relevante para a sociedade. O professor pode não seguir exatamente a proposta de SD descrita neste trabalho, levando em consideração as diferentes realidades encontradas em escolas e salas de aula. No entanto, pode utilizá-la como base para explicar alguns conteúdos químicos, como os polímeros e explorar representações de suas estruturas químicas.

A SD, em suas quatro etapas, traz aspectos desde a contextualização histórica do uso de cartelas de medicamentos, passando pela discussão de sua composição química, no qual além de conceitos, é trabalhado também a parte representacional e contextualizado com materiais presentes no cotidiano. Por fim, é trazido aspectos relacionados à reciclagem e sustentabilidade. Este último, refere-se a questão de estimular os alunos a propor medidas capazes de minimizar os impactos gerados pelo descarte incorreto desse resíduo.

Diante do exposto, espera-se que este trabalho se torne uma ferramenta de ensino útil para professores da Educação Básica, especificamente em turmas de 3ª Série do Ensino Médio. Com esta proposta de SD, o professor terá a autonomia para fazer modificações que considere oportunas, visando melhor atender às necessidades da turma. Isso deve-se ao fato dessa ferramenta proporcionar uma abordagem flexível, adaptável às diferentes demandas de aprendizagem de diversos públicos.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas - PERS**: volume I: relatório técnico: tomo I: panorama de resíduos sólidos. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/205_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume I – relatórios técnicos: tomo II: panorama de resíduos sólidos. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: . Acesso em: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/316_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume I: relatórios técnicos: tomo III: estudos de prospecção, escolha de cenário de referência, diretrizes e estratégias do PERS. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/317_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 26 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume II: mobilização social e divulgação: tomo IV: mobilização social e divulgação: parte 1. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/206_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume II: mobilização social e divulgação: tomo IV: mobilização social e divulgação: parte 2. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/207_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume II: mobilização social e divulgação: tomo IV: mobilização social e divulgação: parte 3. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/208_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 29 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume II: mobilização social e divulgação: tomo IV: mobilização social e divulgação: parte 4. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/209_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 29 ago. 2023.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas – PERS**: volume II: mobilização social e divulgação: tomo IV: mobilização social e divulgação: parte 5. Maceió, AL: SEMARH, 2016. Disponível em: <http://www.residuossolidos.al.gov.br/planos/estadual> . Acesso em: 01 set. 2023.

BAUER, E. **Pharmaceutical packaging handbook**. Flórida: CRC Press, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Vocabulário controlado de formas farmacêuticas, vias de administração e embalagens de medicamentos**. Brasília, DF: Anvisa, 2011.

CANEVAROLO JÚNIOR, S. V. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. São Paulo: Artiber, 2013.

ÇAPKIN, İ. Y.; GÖKELMA, M. A review on characterization and recyclability of pharmaceutical *Blisters*. **Cleaner Waste Systems**, v.4, p. 100082, apr. 2023.

CRUZ, M. E. de B.; SIMÕES NETO, J. E. Uma sequência didática sobre perfumes e essências para o ensino de funções orgânicas oxigenadas. **Revista Dynamis**, v. 24, n. 1, p. 3-19, 2018.

ECCOPLASTIC. **Eccoplastic**. Pouso Alegre, MG: Ecoplastic, 2023. Disponível em: <https://eccoplastic.com/> . Acesso em: 7 ago. 2023.

GENIOL. Criador de caça palavras. **Geniol**, 2024. Disponível em: <https://www.geniol.com.br/palavras/caca-palavras/criador/> . Acesso em: 22 nov. 2023.

MAROQUIO, V. S. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 95397-95409, 2021.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. *In*: BOERSMA, K. *et al.* (ed.). **Research and the quality of science education**. Netherlands: Springer, 2005. p. 195-207.

NIEMINEN, J. *et al.* Green solvents in recovery of aluminium and plastic from waste pharmaceutical *blister* packaging. **Waste Management**, v. 107, p. 20-27, 2020.

OLIVEIRA, D. P. de; COSTA, J. S. R.; NASCIMENTO, L. O. Sustainability of *blisters* for medicines in tablet form. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 21, p. 100423, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável** no Brasil. Brasília, DF: ONU, [20--]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br> . Acesso em: 20 ago. 2023.

PEREIRA, D. A. C.; FERREIRA, L. A. *Blister* farmacêutico: a influência da cor e dos tipos de filmes no acondicionamento de medicamentos. **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 3, 2017.

PILCHIK, R. Pharmaceutical *blister* packaging. Part I. **Pharmaceutical Technology**, v. 24, n. 11, 2000.

RODOLFO JUNIOR., A.; NUNES, L. R.; ORMANJI, W. Tecnologia do PVC. São Paulo: Proeditores; Braskem, 2002. v. 447.

ROSMANINHO, M. G. *et al.* Hidrólise parcial da superfície do tereftalato de polietileno (PET): transformando um rejeito em um material de troca catiônica para aplicação ambiental. **Química Nova**, v. 32, p. 1673-1676, 2009.

SANTOS, A. O. *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SANTOS, J. de A. **Uma análise das abordagens dos livros didáticos de ciências do 5º ano (PNLD 2019) sobre lixo: perspectivas para discussão ambiental na escola.** 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino e Formação de Professores) – Programa de Pós-Graduação em Ensino e Formação de Professores, Universidade Federal de Alagoas, Campus de Arapiraca, Arapiraca, 2023.

SOUZA, D. O. de; MARTINS, P. H. A.; QUEIROZ, F. J. G. Qualificação de material flexível PVC/PVC-PVDC na indústria farmacêutica. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 3, n. 7, p. 240-256, 2020.

SPINACÉ, M. A. da S.; PAOLI, M. A. de. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v. 28, p. 65-72, 2005.

THEOBALD, N.; WINDER, B. **Packaging closures and sealing systems.** Flórida: CRC Press, 2006.

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