



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE MARABÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
FACULDADE DE QUÍMICA

DANIELLE VIEIRA BARROS

**TRABALHANDO A QUÍMICA DE FORMA INTERDISCIPLINAR: RECICLAGEM DO
PAPEL E REUTILIZAÇÃO DE GARRAFAS PET COMO FORMA DE PRESERVAR
O MEIO AMBIENTE**

MARABÁ-PA

2014

DANIELLE VIEIRA BARROS

**TRABALHANDO A QUÍMICA DE FORMA INTERDISCIPLINAR: RECICLAGEM DO
PAPEL E REUTILIZAÇÃO DE GARRAFAS PET COMO FORMA DE PRESERVAR
O MEIO AMBIENTE**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, *Campus* Universitário de Marabá, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Kellen Heloizy Garcia Freitas

MARABÁ-PA

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA

Barros, Danielle Vieira

Trabalhando a química de forma interdisciplinar: reciclagem do papel e reutilização de garrafas pet como forma de preservar o meio ambiente/ Danielle Vieira Barros; orientadora, Kellen Heloizy Garcia Freitas. — 2014.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Exatas, Faculdade de Química, Curso de Licenciatura em Química, Marabá, 2014.

1. Educação ambiental – Marabá (PA). 2. Educação ambiental – Estudo e ensino. 3. Resíduos de papel - Reaproveitamento. 4. Trabalhos com garrafas plásticas. 5. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Freitas, Kellen Heloizy Garcia, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 363.7098115

DANIELLE VIEIRA BARROS

TRABALHANDO A QUÍMICA DE FORMA INTERDISCIPLINAR: RECICLAGEM DO PAPEL E REUTILIZAÇÃO DE GARRAFAS PET COMO FORMA DE PRESERVAR O MEIO AMBIENTE

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, *Campus* Universitário de Marabá, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Data da Apresentação: **18 de dezembro de 2014**

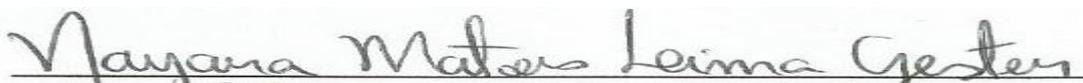
Conceito: EXCELENTE

Banca Examinadora

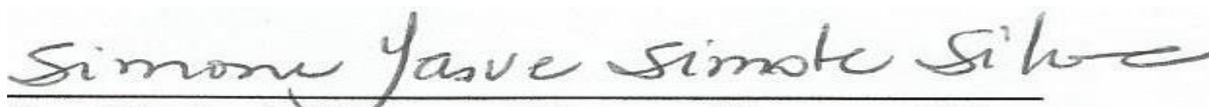


Dr.ª Kellen Heloizy G

Profa. Dra. Kellen Heloizy Garcia Freitas
Faculdade de Química/UFPA- Orientadora



Profa. Nayara Matos de Lima Gester
Faculdade de Química/UNIFESSPA-Membro



Profa. Dra. Simone Yasue Simote Silva
Faculdade de Química/UNIFESSPA-Membro

*Dedico este trabalho a DEUS por
ser à base das minhas conquistas*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Helena meu porto seguro que sempre esteve ao meu lado apoiando-me não só nesses quatro anos de jornada, mas em toda minha vida;

Ao meu pai Daniel que mesmo no céu tenho certeza que sempre acreditou nas minhas escolhas

Ao meu noivo Michael que esteve ao meu lado me dando força e sendo companheiro;

À minha orientadora profa Dra. Kellen Heloizy Garcia Freitas pela dedicação em suas orientações prestadas na elaboração deste trabalho, me incentivando e colaborando no desenvolvimento de minhas ideias;

À banca pelas correções do meu trabalho de conclusão de curso;

À E.M.E.F Julieta Gomes Leitão pela gentileza de ceder o espaço para realização do trabalho em nome da diretora da escola prof^a Francisca das Chagas.

Ao professor de ciências da turma do 9^o ano da E.M.E.F Julieta Gomes Leitão, prof^o Ronaldo de Sousa por colaborar com a realização do trabalho

Aos alunos da E.M.E.F Julieta Gomes Leitão que realizaram o trabalho com dedicação;

À todos os professores da faculdade de química por ter colaborado com minha formação acadêmica durante os quatro anos de jornada;

Aos meus colegas de turma especialmente a Maria Mayrenne e Patrícia por ter me dado apoio desde o início da minha formação.

“Ambiente limpo não é o que mais se limpa e sim o que menos se suja”.

(Chico Xavier)

RESUMO

Com o avanço tecnológico e o crescimento populacional, o lixo tornou-se um problema mundial. Contudo existem alternativas para minimizar esses problemas, são os chamados 5 Rs que se baseiam na reciclagem, no reaproveitamento, no reduzir, no recusar e no reutilizar, por isso, a educação ambiental de acordo com os parâmetros curriculares nacionais (PCN'S) como todos os outros temas transversais, deveria ser trabalhada de forma interdisciplinar com outras disciplinas curriculares, porém há uma desmotivação por parte dos professores devido à baixa remuneração e o excesso de trabalho imposto aos mesmos, a educação ambiental é importante ser trabalhada na educação básica como forma de conscientizar os alunos da importância de preservar o meio ambiente. Assim foram propostos aos alunos do 9º ano do ensino fundamental da E.M.E.F Julieta Gomes Leitão sobre a importância da reciclagem do papel e da reutilização das garrafas PET para confeccionar artesanatos sustentáveis, mostrando que todos tem o dever e a obrigação de preservar o meio ambiente para as gerações futuras.

PALAVRAS-CHAVE: PCN'S, 5 R's, Educação Ambiental.

ABSTRACT

With advances in technology and population growth, the garbage has become a global problem. However there are alternatives to minimize these problems, are called 5 Rs that are based on recycling, the reuse, the lower, the refuse and reuse, so environmental education in accordance with national curriculum guidelines (PCN'S) as all other cross-cutting issues should be worked in an interdisciplinary manner with other curricular subjects, but there is a lack of motivation among teachers because of low pay and overwork imposed on them, environmental education is important and therefore should be worked in education Basic to bring awareness to the students of the practice of preserving the environment. Therefore, was proposed to students of a public school, the importance of paper recycling and reuse of PET bottles for making sustainable crafts, showing that everyone has the duty and the obligation to preserve the environment for future generations.

KEY WORD: PCN'S, 5Rs, Environmental Education

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	19
3.2 POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	22
3.3 A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS --	23
3.4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS.....	25
4 A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM	26
5 RECICLAGEM INDUSTRIAL E O USO DO PAPEL	28
6 A QUÍMICA DO PAPEL	29
6.1 O PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CELULOSE BRANQUEADA ---	31
6.2 QUESTÕES AMBIENTAIS	32
7 PET	33
7.1 OBTENÇÃO DO PET	34
7.2 PROPRIEDADES DO PET	35
8 RECICLAGEM DE PLÁSTICOS	37
8.1 RECICLAGEM PRIMÁRIA	37
8.2 RECICLAGEM SECUNDÁRIA OU MECÂNICA	38
8.3 RECICLAGEM TERCIÁRIA OU QUÍMICA	38
8.4 RECICLAGEM QUATERNÁRIA OU ENERGÉTICA	39
9 A RECICLAGEM DE EMBALAGENS PET	40
6 MATERIAIS E MÉTODOS	42
6.1 MATERIAIS	42
6.2 METODOLOGIA	42
6.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	43
6.3.1 reciclagem do papel	43

6.4 REUTILIZAÇÃO DAS GARRAFAS PET -----	45
6.4.1 Cofre -----	46
6.4.2 Boneca -----	47
6.4.3 Árvore de Natal -----	48
6.4.4 Poltrona -----	48
7-RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	51
7.1 CICLOS DE PALESTRAS -----	51
7.2 OFICINAS DE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO -----	51
8-CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	56
ANEXO -----	61

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Estrutura de uma cadeia de celulose -----	30
FIGURA 2 – Estrutura proposta para lignina de madeira moída do <i>Eucalyptus grandis</i> -----	30
FIGURA 3 – Ligações de hidrogênio entre cadeias de celulose -----	31
FIGURA 4 – Alguns compostos organocloratos que podem ser formados durante o branqueamento da celulose -----	33
FIGURA 5 – Exemplos de reagentes que dão origem ao PET -----	34
FIGURA 6 – Processo da reciclagem do papel -----	44
FIGURA 7 – Processo da reciclagem do papel -----	45
FIGURA 8 – Processo da confecção dos cofres -----	46
FIGURA 9- Processo da confecção das bonecas -----	47
FIGURA 10 – Processo da confecção da árvore-----	48
FIGURA 11 – Processo da confecção da poltrona -----	49
FIGURA 12- Processo da confecção da poltrona -----	50
FIGURA 13 – Gráfico da participação dos alunos nas aulas práticas -----	52
FIGURA 14 – Gráfico da consciência ambiental dos alunos -----	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tempo de decomposição de alguns materiais recicláveis -----26

TABELA 2 – Evolução da reciclagem do PET -----36

LISTA DE SIGLAS

PET	Politereftalato de Etileno
5 Rs	Reciclagem, Reaproveitamento, Reduzir, Recusar e Reutilizar
EA	Educação Ambiental
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> Agência de Proteção Ambiental
PRONEA	Programa Internacional de Educação Ambiental
MEC	Ministério da Educação
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
UNIFESSPA	Universidade Federal do Pará
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
PLASTIVIDA	Instituto Sócio Ambiental dos Plásticos
ABIPET	Associação Brasileira de Indústria do PET
NaOH	Hidróxido de Sódio
PCN'S	Parâmetros Curriculares Nacionais

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Porcentagem
t	Tonelada
g	Gramma
mL	Mililitro
>	Maior
<	Menor
°C	Grau Celsius
dL	Decilitro

1 INTRODUÇÃO

O lixo tornou-se um problema mundial, por isso, a importância da reciclagem e da reutilização como forma de minimizar esse problema. Com o crescimento populacional e o avanço tecnológico a necessidade de utilizar recursos naturais para obter uma condição de vida melhor ocorre em grande escala, acarretando no desequilíbrio do meio ambiente uma vez que o lixo produzido na maioria das vezes não recebe o tratamento adequado, os resíduos produzidos pela humanidade poluem o ar, solo e os corpos d'água destruindo a fauna e a flora e de alguma forma afeta os seres humanos que necessitam dos recursos da natureza para sua sobrevivência.

Os produtos feitos pelo homem ainda são fabricados a partir de recursos naturais, mas são consumidos em grandes quantidades, como consequência não pode ser degradado em tempo hábil pela natureza, por isso, a necessidade da reciclagem. Os problemas gerados pelo acúmulo de lixo são muitos, por exemplo, os lixos jogados nos esgotos vão se acumulando a ponto de não permitir o fluxo da água resultando nas enchentes, o acúmulo de lixo exposto ao ar atrai vários animais vetores de muitas doenças, o lixo exposto por muito tempo em um local (solo) resulta na produção do chorume que contamina o solo e quando chove o solo fica mais permeável podendo ocorrer à contaminação dos lençóis freáticos e a decomposição do lixo orgânico gera vários gases poluentes como, por exemplo, o gás metano e o sulfídrico.

A criação de embalagens descartáveis é outro fator que acarretou no aumento do lixo, pois esses produtos possuem tempo de decomposição elevado acarretando no desequilíbrio ambiental. A reciclagem só traz benefícios ao meio ambiente e ao ser humano, pois o processo de reciclagem além de preservar o meio ambiente gera emprego a várias pessoas que trabalham em cooperativas de reciclagem e de catadores de materiais recicláveis.

Durante anos, a população mundial e os governantes não se importaram com a destruição do meio ambiente, porém nos últimos anos a educação ambiental vem sendo mais discutida sendo tratado com mais preocupação por parte das autoridades, devido o índice alarmante de poluição do ar, solo e água afetando várias pessoas e como consequência os governantes tiveram que gastar dinheiro para amenizar a poluição que atingia de forma devastadora a população mundial.

Desta forma este trabalho propõe a reciclagem e a reutilização de materiais tais como papel e garrafas PET como forma de preservar o meio ambiente, assim como a realização de ciclos de palestras sobre educação ambiental na escola pública de Ensino Fundamental Julieta Gomes Leitão da cidade de Marabá para conscientização dos estudantes como forma de perpetuar a consciência de preservação ambiental para a população, pois a educação é a única que tem a capacidade de mudar o mundo e, por isso, a educação ambiental devem ser discutida desde cedo pelos professores nas escolas alertando os alunos sobre a importância de preservar o meio ambiente para as gerações futuras.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Conscientizar os alunos do 9º ano da E.M.E.F Julieta Gomes Leitão da importância da reciclagem do papel e da reutilização das garrafas PET como uma forma de ajudar o meio ambiente e inserir a química como instrumento da educação ambiental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conscientizar os alunos do ensino fundamental sobre a importância da reciclagem e da reutilização para a sobrevivência do planeta.
- Motivar os alunos a preservar o meio em que vivem, mostrando-os fatos impactantes que o ser humano provocou na natureza.
- Confeccionar artesanatos sustentáveis.
- Explicar quimicamente o transtorno provocado pelo o acúmulo de lixo ao meio ambiente e a população mundial.
- Motivar os alunos sobre a importância do trabalho em equipe, para desenvolver a reciclagem do papel e a reutilização das garrafas PET transformando os alunos em ser capaz de transformar o mundo a partir de atitudes simples.
- Realizar ciclos de palestras sobre educação ambiental nas escolas da rede pública da cidade de Marabá.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Educação Ambiental é concebida inicialmente como preocupação dos movimentos ecológicos com a prática de conscientização capaz de chamar a atenção para a finitude e má distribuição do acesso aos recursos naturais e envolver os cidadãos em ações sociais ambientalmente apropriadas. (CARVALHO, 2006).

O conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, sendo que pelo menos duas correntes alimentaram o processo. Uma primeira, centrada no trabalho do Clube de Roma, reúne suas ideias, publicadas sob o título de Limites do crescimento em 1972, segundo as quais, para alcançar a estabilidade econômica e ecológica propõe-se o congelamento do crescimento da população global e do capital industrial, mostrando a realidade dos recursos limitados e indicando um forte viés para o controle demográfico (MEADOWS; et al., 1972).

A segunda está relacionada com a crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo, e se difundiu a partir da Conferência de Estocolmo em 1972. Tem como pressuposto a existência de sustentabilidade social, econômica e ecológica. Estas dimensões explicitam a necessidade de tornar compatível a melhoria nos níveis e qualidade de vida com a preservação ambiental. Surge para dar uma resposta à necessidade de harmonizar os processos ambientais com os socioeconômicos, maximizando a produção dos ecossistemas para favorecer as necessidades humanas presentes e futuras. A maior virtude dessa abordagem é que, além da incorporação definitiva dos aspectos ecológicos no plano teórico, ela enfatiza a necessidade de inverter a tendência autodestrutiva dos processos de desenvolvimento no seu abuso contra a natureza (JACOBI, 1997).

De acordo com PEDRINI (1997), o Plano de Ação da Conferência de Estocolmo recomendou a capacitação de professores e o desenvolvimento de novos métodos e recurso instrucionais para a Educação Ambiental.

O encontro de Belgrado, capital da Sérvia, ocorreu em 1975 e reuniu especialistas de 65 países e gerou a Carta de Belgrado, objetivando uma nova ética planetária para a erradicação da pobreza, analfabetismo, fome, poluição, exploração e dominação humana e sugeriu também a criação de um Programa Mundial de Educação Ambiental (PEDRINI, 1997).

Uma das conferências mais marcantes da história do EA (Educação Ambiental) foi a Conferencia de Tbilisi em 1977. Em sua declaração constam os objetivos, funções, estratégias, características, princípios e recomendações para a Educação Ambiental. No decorrer dos anos foram realizados diversos eventos ligados a Educação Ambiental como a Conferencia de Moscou e a Conferência do Rio de Janeiro, Rio 92, de onde surgiram tratados importantes e vigentes até os dias atuais.

PHILIPPI JR e PELICIONI (2005) relatam que:

A Educação Ambiental é um processo de educação política, cujo objetivo é formar atitudes que predisponham à ação. Para que isso ocorra “é preciso forma pessoas conscientes, críticas, reflexivas, éticas, competentes e pró-ativas, conscientes de seus papéis na transformação do mundo” (PHILIPPI JR; PELICIONI, 2005, p. 595)

Principalmente nas décadas de 80 e 90, com o avanço da consciência ambiental, a educação ambiental cresce e se torna mais conhecida. (CARVALHO, 2006).

Em 1962 o Livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson alertava sobre os efeitos danosos de inúmeras ações humanas sobre o ambiente, como por exemplo, o uso de pesticidas (TAUK, 1991).

Outro desastre ambiental de grande repercussão mundial foi o do rio Cuyahoga, em Ohio, nos EUA. Este rio tornou-se tão poluído por produtos químicos que pegou fogo várias vezes, desde 1868 até 1969 (GARCIAS; AFONSO, 2013).

Ainda podemos citar o episódio ocorrido na Baía de Minamata no Japão. Na década de 30, a Chisso, indústria que fabricava acetaldeído, muito utilizado na produção de material plástico, lançava resíduos de metil-mercúrio na baía contaminando os peixes e centenas de pessoas morreram e milhares tiveram anomalias que acabaram passando para as novas gerações (KUGLER, 2013).

Além dos desastres citados ressaltam-se o ocorrido em Goiânia-GO, considerando o maior acidente radioativo no Brasil e o maior do mundo ocorrido fora de usinas nucleares, o episódio com o isótopo cloreto de césio 137 matou pelo menos 11 pessoas, entre elas uma menina de 6 anos, e deixou 600 contaminados em Goiânia. Tudo aconteceu quando, em 13 de setembro de 1987, dois catadores de um ferro velho local encontraram um aparelho de radioterapia abandonado, acreditando poder utilizar o chumbo do aparelho, a dupla vendeu o objeto encontrado para o dono do ferro velho, que o desmontou e encontrou em seu interior um pó esbranquiçado que emitia um brilho azul no escuro.

O pó se tratava, na verdade, de cloreto de cézio-137, extremamente prejudicial ao organismo humano. Desconhecendo a origem do pó, mas encantado com suas “propriedades mágicas”, o dono do ferro velho mostrou a descoberta a amigos e familiares, que imediatamente ficaram contaminados. Dias depois, descobriu-se a intoxicação, a partir dos sintomas apresentados: náusea, vômitos, tonturas e diarreia (SANCHES et al, 2011).

Outros desastres ambientais de grande repercussão mundial foram: Derramamento de óleo no Golfo do México, acidente nuclear de Chernobyl, acidente do Bhopal e Love Canal.

Em 1977 foi realizada a Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental (EA) em Tbilisi (ex- URSS) organizada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) com a colaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), foi o ponto culminante da primeira fase do Programa Internacional de Educação Ambiental (PRONEA), iniciado em 1975. Definiram-se os objetivos, as características da Educação Ambiental, assim como as estratégias pertinentes no plano nacional e internacional (FIORILLO, 2006).

A Rio 92 foi o mais importante encontro sobre o meio ambiente, após 20 anos da Conferência de Estocolmo, representantes de 170 países estiveram reunidos no Rio de Janeiro. No Rio 92 foram elaborados o tratado de Educação Ambiental para as Sociedades Sustentáveis (LOUREDO, 2014).

Após mais 20 anos outra conferencia foi realizada no Brasil a Rio +20, a qual teve como objetivo a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, no qual os países participantes da conferência se reuniram para avaliar quais as lacunas que ainda existem na execução dos acordos internacionais; abordaram novos desafios emergentes e discutiram novas formas de recuperar os estragos que fizeram em nosso planeta. A conferência abordou dois temas principais: A economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (LOUREDO, 2014).

O Ministério da Educação (MEC) elaborou em 1997 uma nova proposta curricular conhecida como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), onde a dimensão ambiental passa a ser um tema transversal nos currículos básicos do ensino fundamental (de 1ª a 8ª séries). Ao permear todas as disciplinas, a educação

ambiental integra questões socioambientais de forma ampla e abrangente (BRASIL, 1992;1996).

A culminância do reconhecimento de sua importância se deu em abril de 1999, quando a educação ambiental passou a contar com a Lei nº 9.795/99, que a oficializa como área essencial e permanente em todo processo educacional do país. A lei está embasada no artigo 225, inciso VI da Constituição Federal de 1988, que menciona a responsabilidade, individual e coletiva, da sociedade na implementação e prática da educação ambiental (REIGOTA, 1999).

O avanço técnico, científico e industrial dos países capitalistas e socialistas vêm de certo modo interferindo, agredindo e alterando a natureza em benefício dos interesses imediatistas do homem. Nesse sentido reluz a proposta da Educação Ambiental para a conscientização dos indivíduos em relação ao ambiente natural do qual fazem parte e como eles podem minimizar as possíveis degradações ambientais (VIOLA 1987; DOHME, 2002).

Segundo a UNESCO (2005), “Educação ambiental é uma disciplina bem estabelecida que enfatiza a relação dos homens com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, preservá-lo e de administrar seus recursos adequadamente”.

3.2 POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com a lei nº 9.795 de 27 de Abril de 1999, os artigos 1º e 2º dizem que:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (BRASIL, 1999).

3.3 A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS

A escola é o espaço social e o local onde o aluno dará sequência ao seu processo de socialização, iniciado em casa, com seus familiares. Assim, é evidente a importância da escola no processo de formação, tanto social quanto ambiental, de seus alunos. Comportamentos ambientalmente corretos devem ser assimilados desde cedo pelas crianças e devem fazer parte do seu dia-a-dia. É importante que as crianças aprendam que a responsabilidade é de todos, que os atos de cada um refletem sobre o futuro de toda a humanidade. Isso é importante até mesmo para diminuir o sentimento de impotência que às vezes atinge as pessoas (PONTALTI, 2005).

Por isso, deve-se ter a certeza de que as ações locais podem levar a resultados globais, além de conquistar mais adeptos, através de exemplos. Por causa de nossa cultura, muitos veem a preocupação com o meio ambiente como um assunto secundário, sem importância, coisa de quem não tem o que fazer como diziam no passado, ao se referirem a ambientalistas. Essa cultura deve ser mudada na escola, através da Educação Ambiental, mostrando às crianças e jovens que conservar o meio ambiente não é um luxo, mas uma necessidade urgente para continuar a viver neste planeta (PONTALTI, 2005).

Desta forma realizamos ciclos de palestras em uma escola pública do ensino fundamental na cidade de Marabá sobre meio ambiente e as possibilidades de ajudar a conservar o planeta.

No entanto, apesar de ser uma exigência legal, Educação Ambiental (EA) deve ser trabalhada de forma prazerosa, ainda que difícil de ser desenvolvida, pois requer atitudes concretas, como mudanças de comportamento pessoal e comunitário, tendo em vista que para atingir o bem comum devem-se somar atitudes individuais. Enfim, as dificuldades são grandes quando se quer trabalhar verdadeiramente a Educação Ambiental, mas precisam ser enfrentadas, sabemos que a maioria dos nossos problemas ambientais tem suas raízes em fatores socioeconômicos, políticos e culturais, e que não podem ser previstos ou resolvidos por meios puramente tecnológicos. Daí a grande importância da inserção da Educação Ambiental nas escolas, a fim de conscientizar os alunos e ajudá-los a se tornarem cidadãos ecologicamente corretos. (DIAS, 1992).

O principal eixo de atuação da educação ambiental deve buscar, acima de tudo, a solidariedade, a igualdade e o respeito à diferença através de formas democráticas de atuação baseadas em práticas interativas e dialógicas. Isto se consubstancia no objetivo de criar novas atitudes e comportamentos diante do consumo na nossa sociedade e de estimular a mudança de valores individuais e coletivos (JACOBI, 1997).

A educação ambiental é atravessada por vários campos de conhecimento, o que a situa como uma abordagem multirreferencial, e a complexidade ambiental (LEFF, 2001).

Refletem um tecido conceitual heterogêneo, onde os campos de conhecimento, as noções e os conceitos podem ser originários de várias áreas do saber (TRISTÃO, 2002).

A escola participa então dessa rede “como uma instituição dinâmica com capacidade de compreender e articular os processos cognitivos com os contextos da vida” (TRISTÃO, 2002).

REIGOTA (1998) diz que:

A educação ambiental na escola ou fora dela continuará a ser uma concepção radical de educação, não porque prefere ser a tendência rebelde do pensamento educacional contemporâneo, mas sim porque nossa época e nossa herança histórica e ecológica exigem alternativas radicais, justas e pacíficas. (REIGOTA, 1998, p.43).

Tomando-se como referência VIGOTSKY apud TAMAIO, 2000 pode-se dizer que um processo de reconstrução interna (dos indivíduos) ocorre a partir da interação com uma ação externa (natureza, reciclagem, efeito estufa, ecossistema, recursos hídricos, desmatamento), na qual os indivíduos se constituem como sujeitos pela internalização de significações que são construídas e reelaboradas no desenvolvimento de suas relações sociais. A educação ambiental, como tantas outras áreas de conhecimento, pode assumir, assim, [...] “uma parte ativa de um processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução dos problemas” (VIGOTSKY, 1991 apud TAMAIO, 2000).

Trata-se de um aprendizado social, baseado no diálogo e na interação em constante processo de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados, que podem se originar do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal do aluno. Assim, a escola pode transformar-se no espaço em que o aluno terá condições de analisar a natureza em um contexto entrelaçado de práticas sociais,

parte componente de uma realidade mais complexa e multifacetada. O mais desafiador é evitar cair na simplificação de que a educação ambiental poderá superar uma relação pouco harmoniosa entre os indivíduos e o meio ambiente mediante práticas localizadas e pontuais, muitas vezes distantes da realidade social de cada aluno. Cabe sempre enfatizar a historicidade da concepção de natureza (CARVALHO, 2001).

3.4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS

Implementar a Educação Ambiental nas escolas tem se mostrado uma tarefa exaustiva. Existem grandes dificuldades nas atividades de sensibilização e formação, na implantação de atividades e projetos e, principalmente, na manutenção e continuidade dos já existentes.

Fatores como o tamanho da escola, número de alunos e de professores, predisposição destes professores em passar por um processo de treinamento, vontade da diretoria de realmente implementar um projeto ambiental que vá alterar a rotina na escola, etc, além de fatores resultantes da integração dos acima citados e ainda outros, podem servir como obstáculos à implementação da Educação Ambiental (EA) (ANDRADE, 2000).

Segundo SATO (2002) “A Educação Ambiental sustenta todas as atividades e impulsiona os aspectos físicos, biológicos, sociais e culturais dos seres humanos”. Sendo assim, apresenta-se como uma peça importante no currículo escolar.

Sabe-se que a Educação Ambiental não se dá por atividades pontuais, mas por toda uma mudança de paradigmas que exige uma contínua reflexão e apropriação dos valores que remetem a ela, as dificuldades enfrentadas assumem características ainda mais contundentes. A Conferência de Tbilisi em 1977 demonstrava as preocupações existentes a esse respeito, mencionando, em um dos pontos da recomendação nº 21, que deveriam ser efetuadas pesquisas sobre os obstáculos, inerentes ao comportamento ambiental, que se opõem às modificações dos conceitos, valores e atitudes das pessoas (DIAS, 1992).

Verifica-se que na maior parte das escolas públicas e privadas não existem um ensino de “Educação Ambiental que suscita uma vinculação mais estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando suas atividades em torno dos problemas concretos que se impõe a comunidade” (DIAS, 1992).

Estudos e práticas realizadas apresentam que, a educação ambiental só será eficaz, se levar os alunos a terem percepção do mundo que os cerca, “envolvendo-os de forma a despertar uma consciência crítica que busca soluções para o problema” (KINDELL; FABIANO; MICAELA, 2006).

A educação ambiental deve ser enfatizada nas escolas independente da faixa etária dos alunos, com o objetivo de ensinar e conscientizar os alunos a importância de reciclar e reaproveitar o lixo, a escola deve despertar o lado criativo dos alunos, instigando-os a fazer questionamentos e propor sugestões e soluções sobre qual material pode ser reciclado e o que fazer com esse material.

4 A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM

Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que jogamos fora. Para compreendermos a reciclagem é importante "reciclarmos" o conceito que temos de lixo, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade. Grande parte dos materiais que vão para o lixo podem (e deveriam) ser reciclados. Tendo em vista o tempo de decomposição natural de alguns materiais, Tabela 1, faz-se necessário o desenvolvimento de uma consciência ambientalista para uma melhoria da qualidade de vida atual e para que haja condições ambientais favoráveis à vida das futuras gerações (BIDINOTO, 2009).

TABELA 1: Tempo de decomposição de alguns materiais recicláveis

MATERIAIS	TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO
Plástico	450 anos
Vidro	5000 anos
Alumínio	200 a 500 anos
Papel	3 a 6 meses

Fonte: BIDINOTO, 2009

A Reciclagem é uma alternativa para amenizar o problema, porém, é necessário o engajamento da população para realizar esta ação. O primeiro passo é perceber que o lixo é fonte de riqueza e que para ser reciclado deve ser separado. Ele pode ser separado de diversas maneiras e a mais simples é separar o lixo orgânico do inorgânico. Esta é uma ação simples e de grande valor. Os catadores de lixo, o meio ambiente e as futuras gerações agradecem. A produção de lixo vem aumentando assustadoramente em todo o planeta. O lixo é o maior causador da

degradação do meio ambiente e pesquisas indicam que cada ser humano produz, em média, pouco mais que 1 quilo de lixo por dia. Desta forma, será inevitável o desenvolvimento de uma cultura de reciclagem, tendo em vista a escassez dos recursos naturais não renováveis e a falta de espaço para acondicionar tanto lixo (BIDINOTO, 2009).

A poluição visual se tornou um grave problema, não só deixando a paisagem feia, mas impedem ou dificultam a percepção dos espaços da cidade devido à grande quantidade de cartazes publicitários, anúncios, banners, placas, outdoors, pichações, fios de eletricidade e telefônicos, lixo, entre outros, quando dispostos em grande quantidade, além do cansaço visual pela paisagem feia, geram transtornos no trânsito, onde acidentes são ocasionados em razão do desvio de atenção dos motoristas e pedestres (IBAMA, 2014).

Segundo DIAS (1992), o lixo é um dos maiores problemas nas cidades brasileiras, os governantes têm investido “pesadamente” em sistemas de equacionamento do lixo. E quem mais sofre com os impactos causados pelo lixo é a comunidade.

Outro problema que o lixo provoca são as doenças transmitidas por pragas, insetos ou animais que se alimentam do lixo. Insetos como os que transmitem a malária, a dengue e a febre amarela costumam se concentrar em áreas sujas que contenham água parada. Os ratos são transmissores da peste bubônica, da leptospirose, do tifo e da disenteria, que podem causar até a morte do indivíduo. O urubu, apesar de ser considerado como símbolo da sujeira, é animal protegido por lei. Ele tem grande importância na cadeia trófica por se alimentar de corpos em decomposição. Por outro lado, é transmissor da leptospirose (IBAMA, 2014).

A ideia de se aproveitar os resíduos não é uma novidade e só tem tido maior divulgação por razões econômica e também para minimizar o impacto ambiental (WIEBECK; PIVA, 2004).

A reciclagem dos materiais dos resíduos urbanos começou a ter importância nos últimos anos. Segundo VALLE (2005) o ato de reciclar é refazer o ciclo, permite retornar a origem na matéria-prima para poder ser reaproveitados.

O termo *reutilização* ou *reuso* é utilizado em processo de reciclagem para designar os resíduos que são aproveitados, sem que tenha sofrido transformação como a utilização de garrafas plásticas para artesanatos, guardar líquidos e grãos. O

termo *recuperação* é quando o material é reprocessado a fim de se obter um novo produto (WIEBECK; PIVA, 2004).

VALLE (2005) cita quais são os principais estímulos para programa de reciclagem:

- Reduzir o volume de lixo urbano.
- Permite a recuperação de valores de produtos que foram perdidos.
- Conservação de recursos naturais.
- Economizar energia.
- Diminui a poluição do ar, água e solo.

Além desses também podemos citar:

- A minimização dos problemas causados a saúde.
- Economia dinheiro público destinado para o tratamento do lixo.

Do ponto de vista social a reciclagem gera empregos para as pessoas mais carentes na sociedade mediante a utilização de mão-de-obra menos qualificada na figura de catadores ou carreteiros (VALLE, 2005).

5 RECICLAGEM INDUSTRIAL E O USO DO PAPEL

A reciclagem abrange um conjunto de técnicas que, tem o objetivo de aproveitar os resíduos e reintegrá-los no ciclo de produção de origem. Com relação ao papel, reciclagem é preservação dos recursos naturais, envolvidos na fabricação do mesmo, como água, madeira e energia, havendo a redução da poluição e da quantidade de lixo produzido no planeta (GOBBI; BRITO, 2005).

O papel tem múltiplas aplicações. Serve para imprimir (livros, jornais, revistas) e escrever (cadernos, folhas avulsas, cartões de datas comemorativas), compõe embalagens de alimentos, remédios, roupas e dezenas de outros produtos e é utilizado, também, para fins sanitários (guardanapos, lenços, absorventes e papel higiênico). Tem ainda utilidades especiais, como é o caso dos selos, do papel moeda e dos filtros de café e motores dos automóveis, entre tantos outros exemplos (BRACELPA, 2014).

Com relação ao destino final do papel, o uso da reciclagem gera uma grande redução de custos e de impactos ao meio ambiente. Se o mesmo for queimado em incêndios, haverá uma grande emissão de gases na natureza, o que não acontece

quando ele é reciclado. Por outro lado, se o destino final for os lixões ou aterros sanitários é preciso dispor de uma grande área livre para este fim, o que não se faz necessário quando o papel é reciclado (CARVALHO, 2009).

Existem duas grandes categorias de papel, destinadas a reciclagem são elas:

Aparas de papel pré-consumo: trata do material recolhido pelas próprias fábricas, antes que eles cheguem ao mercado consumidor;

Aparas pós-consumo: Tais aparas formam a matéria-prima do papel reciclado sendo selecionados de acordo com o tipo do papel que se pretende obter após o consumo.

O processo de reciclagem inicia-se por um processo de triagem, visando eliminar as impurezas com a separação correta do material com a finalidade de remover impurezas, como grampos, cliques, pedras, arames e plásticos. Ao chegar à fábrica, os fardos de papel descartado são misturados à água em um equipamento chamado hidrapulper, uma espécie de grande liquidificador, formando uma espécie de pasta de celulose (CARVALHO, 2009).

Depois, em outros equipamentos chamados refinadores, a pasta é processada para que as fibras que formam a celulose se abram um pouco mais, melhorando a ligação entre elas, o que garante mais resistência, posteriormente segue para as máquinas de fazer papel, a máquina de papel é um equipamento composto de uma tela e caixas de vácuo que tem a finalidade de formar a folha de papel e remover a parte da água utilizada na diluição da massa; depois de formada a folha de papel passa para a prensagem. As poupas são formadas por dois rolos, entre os quais há um ou dois filtros, por onde passa a folha de papel sob pressão (BIASSOTTO et al, 2005).

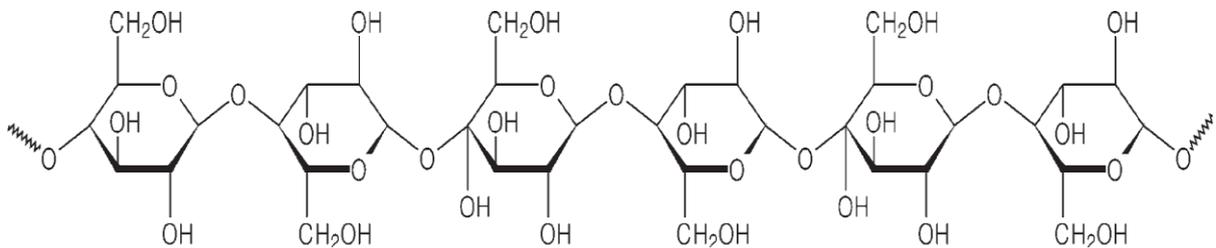
6 A QUÍMICA DO PAPEL

Diferentes propriedades químicas, físicas e mecânicas do papel permitem inúmeras aplicações. Assim, papéis que serão usados para escrita e impressão, como os usados em cadernos e livros, devem ser bem planos e opacos; aqueles usados na produção de jornais não precisam ter grande resistência, pois devem resistir à tração a que são submetidos nas máquinas de impressão. Já os papéis usados em guardanapos, papéis toalha e higiênicos devem ser macios. Por outro lado, os papéis usados caixas e sacos devem apresentar boa resistência, pois não podem romper-se

com facilidade. Os fatores que determinam essas propriedades dos papéis estão relacionados, principalmente, à matéria-prima, aos reagentes químicos e aos processos mecânicos empregados em sua produção (NASCIMENTO et al, 2005).

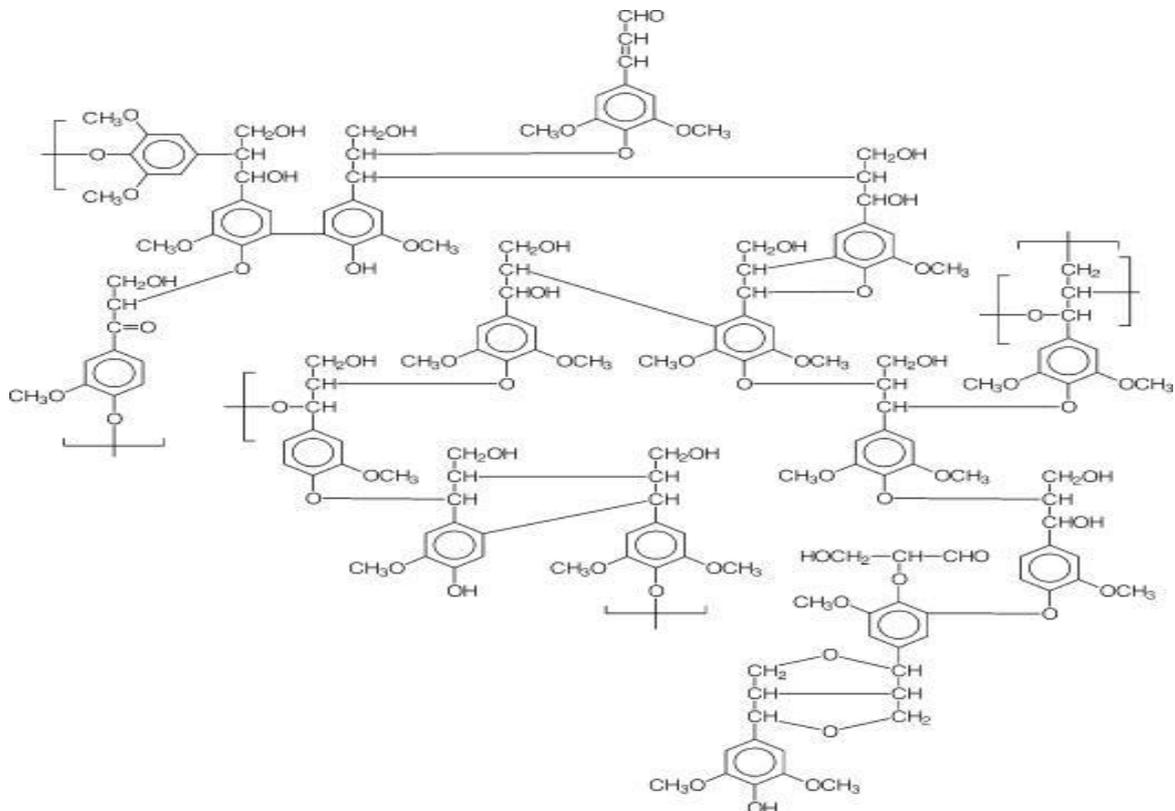
O papel é formado por fibras celulósicas que se entrelaçam umas com as outras, garantindo a sua resistência. Essas fibras são retiradas da madeira. A celulose está presente nas paredes das células da madeira e ela é um polissacarídeo formado pela ligação de milhares de monômeros de glicose, produzidos durante a fotossíntese (Figura 1). Cada célula da madeira é unida por uma substância chamada lignina (Figura 2) e é essa substância que dá resistência ao papel (POIANI et al, 2010).

FIGURA 1: Estrutura de uma cadeia de celulose



Fonte: SANTOS et al, 2001.

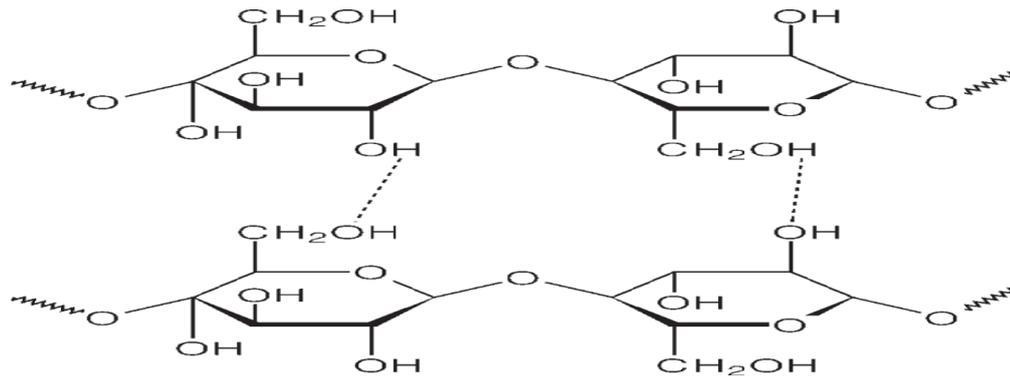
FIGURA 2: Estrutura proposta para lignina de madeira moída do *Eucalyptus grandis*.



Fonte: PILÓ-VELOSO; NASCIMENTO; MORAIS, 1993.

Do ponto de vista químico, as fibras são formadas pelas interações entre as moléculas de celulose, proporcionadas pelas ligações de hidrogênio entre os grupos hidroxila dos monômeros de glicose, Figura 3. São essas mesmas ligações de hidrogênio que permitem a formação de folhas de papel, as fortes interações entre as fibras são proporcionadas pelas ligações de hidrogênio, garantindo a resistência aos papéis destinados a tão variados fins (SANTOS et al, 2001).

FIGURA 3: Ligações de hidrogênio entre cadeias de celulose



Fonte: SANTOS et al,2001.

6.1 O PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CELULOSE BRANQUEADA

A obtenção da celulose que será usada na fabricação do papel começa com o corte das árvores nas áreas de reflorestamento. Após a remoção dos galhos, as toras de madeira são cortadas em tamanhos apropriados e transportadas para a fábrica. Lá, a madeira é descascada e as cascas removidas são utilizadas para geração de energia, por meio de sua queima. As toras descascadas são lavadas e picadas em cavacos com dimensões específicas, a fim de facilitar a difusão dos reagentes químicos que serão utilizados. Na forma de cavacos, a madeira está pronta para ir para a polpação (SANTOS et al, 2001).

O processo químico de polpação mais utilizado no Brasil é o processo *kraft*. Na polpação *kraft*, os cavacos de madeira são submetidos à reação com uma solução contendo hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S): o “licor branco”. Isso ocorre dentro de um equipamento chamado de digestor, mantido a altas pressões e temperaturas. Os produtos químicos utilizados reagem com a lignina, fragmentando-a em substâncias de baixa massa molar que se solubilizam na solução alcalina e que podem ser removidas das fibras por inúmeras etapas de lavagem (NASCIMENTO et al, 2005).

A polpa ou pasta celulósica resultante da polpação (polpa marrom) ainda não é adequada para a produção de determinados tipos de papel, exatamente pela sua coloração escura. Essa coloração é devida, principalmente, a pequenas quantidades de lignina que não foram removidas das fibras, chamada agora de lignina residual (SANTOS et al, 2001).

Com o objetivo de obter polpas totalmente brancas, é necessário remover essa lignina, através de um processo químico de branqueamento. Nos vários estágios do processo de branqueamento da celulose, podem ser utilizados reagentes químicos como cloro (Cl_2), dióxido de cloro (ClO_2), hipoclorito de sódio (NaClO), oxigênio (O_2) e ozônio (O_3), dentre outros. Entre um estágio de branqueamento e outro, a polpa é lavada com grande quantidade de água, para que as substâncias responsáveis pela coloração possam ser removidas (POIANI et al, 2010).

Quando a polpa finalmente fica branca, passa-se à etapa de formação da folha, que é o produto final das fábricas de celulose. Isto é feito em uma máquina especial, na qual a polpa é continuamente depositada sobre uma tela. Então, a água é removida pela parte de baixo da tela, por vácuo, e em seguida a celulose é seca e enrolada em grandes bobinas (SANTOS et al, 2010).

6.2 QUESTÕES AMBIENTAIS

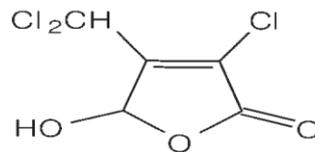
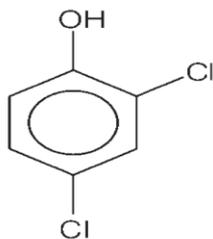
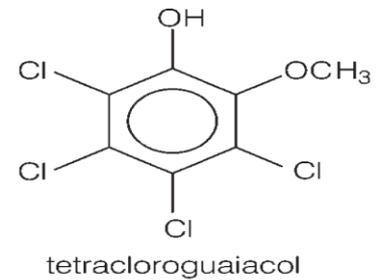
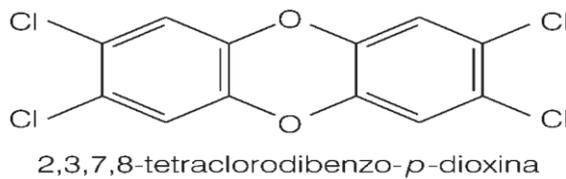
A etapa do branqueamento da celulose, é um processo que envolve várias lavagens para retirar impurezas e clarear a pasta que será usada para fazer o papel. Até pouco tempo, o branqueamento era feito com cloro elementar, que foi substituído pelo dióxido de cloro para minimizar a formação de dioxinas (compostos organoclorados resultantes da associação de matéria orgânica e cloro). Embora essa mudança tenha ajudado a reduzir a contaminação, ela não elimina completamente as dioxinas. Esses compostos, classificados pela EPA, a agência ambiental norte-americana, como o mais potente cancerígeno já testado em laboratórios é também associados a várias doenças dos sistemas endócrino, reprodutivo, nervoso e imunológico (FERRAZ, 2014).

À produção de celulose e de papel geram alguns problemas ao ambiente. Durante o processo kraft são formados compostos voláteis de enxofre (mercaptanas) o que causa eliminação de um odor desagradável e intenso. É no processo de clareamento da polpa que se encontra um dos principais problemas ambientais

causados pelas indústrias de celulose. Reagentes como cloro e hipoclorito de sódio reagem com a lignina residual, levando à formação de compostos organoclorados (Figura 4). Esses compostos não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar a alterações genéticas. Já têm sido feitas pesquisas no sentido de utilizar reagentes alternativos para o branqueamento, como ozônio e peróxido de hidrogênio (SANTOS et al, 2001).

As empresas produtoras de celulose utilizam equipamentos de desodorização e caldeiras de recuperação de produtos químicos e realizam o monitoramento contínuo de suas emissões gasosas. Contudo, o problema ainda não foi totalmente solucionado (SANTOS et al, 2001).

FIGURA 4: Alguns compostos organoclorados que podem ser formados durante o branqueamento da celulose.



Fonte: SANTOS et al,2001.

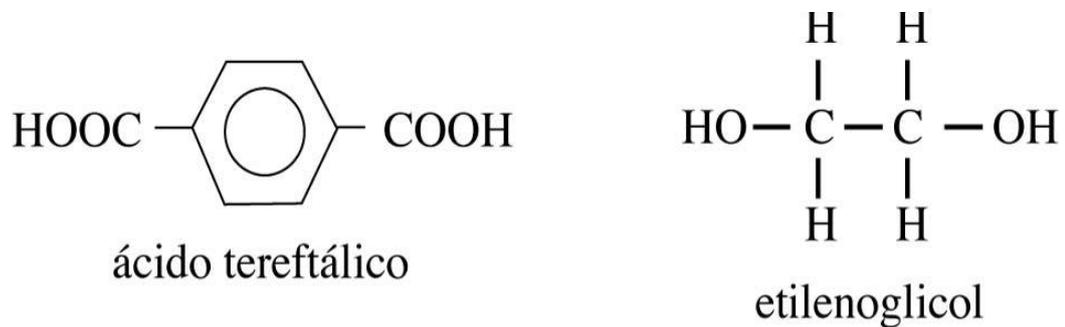
7 PET

PET, como é conhecido o polímero (politereftalato de etileno) foi descoberto em 1941 pelos químicos Rex Whinfield e James Dickson. Enquanto trabalhavam com etilenoglicol, Rex e James notaram o aparecimento de um material pegajoso que, quando esticado, dava origem a longas e resistentes fibras, se tratava de um éster capaz de formar cadeias poliméricas (polímeros). Devido a esta composição, foi definido como poliéster. O poliéster é usado até hoje para compor tecidos que não amarrotam (ALVES, 2014).

7.1 OBTENÇÃO DO PET

O PET é obtido industrialmente a partir de transformações químicas especiais chamadas reações de polimerização. Numa reação de polimerização, moléculas menores (monômeros) reagem e formam moléculas bem maiores (macromoléculas ou polímeros). No caso do PET, os reagentes mais utilizados para formar os monômeros são substâncias orgânicas: um ácido dicarboxílico e um glicol. Exemplos desses reagentes podem ser observados na Figura 5 (PEREIRA; MACHADO, 2002).

FIGURA 5: Exemplos de reagentes que dão origem ao PET



Fonte: PEREIRA; MACHADO, 2002

A reação de produção do PET inicia-se com a esterificação dos monômeros. A sequência de condensação desses monômeros leva à formação do PET. Essa sequência de condensação é chamada de policondensação. Tem-se como subproduto dessa reação química a água (WAN et al, 2001).

A resina PET para embalagens rígidas é caracterizada por possuir uma viscosidade intrínseca maior do que a do PET para aplicações de filmes e fibras. A viscosidade intrínseca, comumente expressa em dl/g, é diretamente proporcional ao peso molecular (ABIPET, 2014).

A resina PET é produzida em duas fases que são:

O PET amorfo é obtido pela polimerização no estado líquido com viscosidade intrínseca nessa etapa é formado o bis-2-hidroxietil-tereftalato (BHET), também chamado de monômero da polimerização. Nessa operação forma-se água, que é retirada continuamente do meio, o monômero é transferido para a polimerização, sob alto vácuo, ocorre a policondensação líquida. Nesta operação o glicol é eliminado da reação com o aumento da viscosidade intrínseca do polímero. Neste ponto, o polímero amorfo é retirado do polimerizador, resfriado, solidificado, cortado e armazenado (ABIPET, 2014).

Na pós-condensação no estado sólido a resina PET amorfa obtida na primeira fase de fabricação é cristalizada e polimerizada. Nesse processo a viscosidade intrínseca do polímero é aumentada a 0,8 dL/g. A resina é embalada, pronta para ser comercializada (ABIPET, 2014).

7.2 PROPRIEDADES DO PET

Além da faixa de massa molar do material de partida e da temperatura do processamento, outros parâmetros são importantes na seleção do material PET com as características adaptadas para o uso como embalagem. Para a utilização no armazenamento de bebidas gasosas, deve ser feito sobre o polímero um procedimento que induza a orientação das longas cadeias em dois eixos (biorientado), sem aumento significativo de cristalização. Esse processo vai garantir boas propriedades mecânicas, transparência e baixa permeabilidade ao gás CO₂ (PEREIRA; MACHADO, 2002).

A relação entre as quantidades de fase cristalina (aquela que apresenta organização a longa distância) e amorfa no material constitui uma propriedade central na definição do seu uso. O PET é um material intrinsecamente semicristalino, ou seja, quantidades variáveis de suas cadeias podem organizar-se em cristais ou se manterem amorfas, de forma similar aos vidros. Para conhecer algumas características sobre polímeros amorfos em sua fase rígida (vítreo) ou, após a transição vítreo, em sua fase polimérica flexível (WAN et al,2001).

Se o processo de obtenção de artefatos que têm como matéria-prima o PET seguir o seu curso normal, as macromoléculas do polímero estarão organizadas de tal forma que o seu “grau de cristalinidade”, ou seja, a quantidade relativa de fase organizada, será alto (>50% da massa total). Isto não é adequado ao uso do PET como embalagem pois, quanto maior o grau de cristalinidade, mais quebradiço fica o material. O ideal é a utilização do PET biorientado que apresenta um grau de cristalinidade <50% em massa (PEREIRA; MACHADO, 2002).

No caso do PET, a temperatura característica da transição da fase amorfa, ou transição vítreo, é em torno de 75 °C. Isto significa que sua fase amorfa, que está presente em teor superior a 50% em massa, é rígida à temperatura ambiente e flexível acima de 75 °C.

Outra propriedade, que também está ligada ao grau de orientação e cristalinidade, é a absoluta transparência, o que dá a impressão de higiene e pureza de seu conteúdo para o consumidor. A estrutura menos cristalina das macromoléculas contribui para dar à embalagem a transparência desejada e flexibilidade suficiente para garantir boa resistência ao impacto. O seu forte brilho, parecido com o do vidro, chama a atenção do consumidor e valoriza o produto embalado (PEREIRA; MACHADO, 2002).

O PET apresenta também a vantagem de ser um polímero que pode receber pigmentos de diferentes cores e tons, fornecendo variadas opções na identidade da embalagem.

Outra característica importante do PET é sua baixa densidade em relação ao vidro. Isto facilita o transporte e reduz os custos a ponto de estimular a descartabilidade da embalagem. Uma carreta pode carregar 60% mais refrigerante ou suco se a carga for com garrafas PET do que se for com garrafas de vidro. A densidade do PET está entre 1,38 g/mL e 1,41 g/mL. A do vidro para embalagem é de 2,5 g/mL (PEREIRA; MACHADO, 2002).

O PET biorientado tem a capacidade de formar uma barreira contra gases. Uma água mineral com gás pode ficar armazenada em garrafa do tipo PET pelo mesmo tempo que ficaria em uma garrafa de vidro, sem perder o seu gás. Isto se deve à baixa permeabilidade desse plástico a compostos carbonatados, comparada com outros plásticos, excluindo-se o PVC, que é igualmente muito pouco permeável a gases. Essa baixa permeabilidade deve-se às interações fortes que existem entre as cadeias macromoleculares, que dificultam significativamente a difusão de gases. A orientação das cadeias, mesmo sem cristalização, favorece um maior empacotamento das mesmas e, portanto, a baixa permeabilidade (PEREIRA; MACHADO, 2002).

Essas características fazem do PET um material que vem sendo cada vez mais utilizado como embalagem, como podemos observar na tabela 2.

TABELA 2: Evolução da Reciclagem do PET

ANO	VOLUME RECICLADO (t)	ÍNDICE DE RECICLAGEM (%)
1994	13	18,8%
1995	18	25,4%
1996	22	21%

TABELA 2: Evolução da Reciclagem do PET Continuação da Tabela 2

1997	30	16,2%
1998	40	17,9%
1999	50	20,4%
2000	67	26,3%
2001	89	32,9%
2002	105	35%
2003	142	43%
2004	167	47%
2005	174	47%
2006	194	51,3%
2007	231	53,5%
2008	253	54,8%
2009	262	55,6%
2010	282	55,8%
2011	294	57,1%
2012	331	58,9%

Fonte: ABIPET, 2014

8 RECICLAGEM DE PLÁSTICOS

A reciclagem dos plásticos classifica-se em: Reciclagem Primária, Secundária ou Mecânica, Terciária ou Química e Quaternária ou Energética.

8.1 RECICLAGEM PRIMÁRIA

A reciclagem primária é feita na própria fábrica de transformação com o material conhecido. (ANTUNES, 2007).

A reciclagem primária constitui-se na utilização de refugos limpos moídos e reaproveitados com a resina virgem. Nesta técnica reutilizam-se materiais não misturados ou contaminados e pouco degradados, como, por exemplo, rebarbas produzidas durante o processamento, bem como peças não conformes. Os resultados são novas peças que podem ter características e desempenho equivalentes às

obtidas a partir de polímero virgem. Como os termoplásticos são os únicos polímeros que podem ser sujeitos a processos sucessivos de aquecimento, arrefecimento e solidificação mantendo mais ou menos as mesmas propriedades, são também os únicos cujos resíduos se podem reprocessar sequencialmente.

Na reciclagem primária, as propriedades das peças devem ser mantidas e, por isso, todo o processo, incluindo o manuseio e o armazenamento, deve ser adequadamente controlado. Contudo, as principais causas da perda de propriedades são as diferentes reações de degradação que ocorrem durante o processamento (MANO, 2005).

8.2 RECICLAGEM SECUNDÁRIA OU MECÂNICA

Utiliza-se material pós-consumo, nem sempre o material está separado e limpo também e importante tirar partes metálicas (MANO, 2005).

É o tipo reciclagem mais difundido e utilizado. Consiste na conversão dos resíduos plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens, dentre outros. Essa reciclagem possibilita a obtenção de produtos compostos por um único tipo de plástico, ou produtos a partir de misturas de diferentes plásticos em determinadas proporções. Estima-se que no Brasil sejam reciclados mecanicamente 15% dos resíduos plásticos pós-consumo (PLASTIVIDA, 2014).

As operações envolvidas nesse tipo de reciclagem geralmente são a moagem e a extrusão podendo ser utilizado o processo de aglutinação. A reciclagem de resíduos pós-consumos necessita de lavagem cuidadosa após a moagem para prevenir a mistura com materiais estranhos ao processo, porém é mais vantajoso que os resíduos industriais por ter maior facilidade de obtenção e o custo menor (WIEBECK; PIVA, 2004).

8.3 RECICLAGEM TERCIÁRIA OU QUÍMICA

A reciclagem terciária ou química consiste em transformar resíduos plásticos em produtos para petroquímicas básicas. (WIEBECK e PIVA. 2004).

Esse tipo de reciclagem visa transformar resíduos poliméricos por decomposição química e térmica. É indicado para produção com alto teor econômico e os principais métodos são: hidrólise, pirólise, alcoólise e glicólise. Essas aplicações são feitas tanto para materiais termoplásticos como para termofixos (ANTUNES, 2007).

A reciclagem química reprocessa os materiais plásticos transformando-os em petroquímicos básicos: monômeros ou misturas de hidrocarbonetos que servem como matéria-prima, em refinarias ou centrais petroquímicas, para a obtenção de produtos nobres de elevada qualidade. O objetivo da reciclagem química é a recuperação dos componentes químicos individuais para serem reutilizados como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos (PLASTIVIDA, 2014).

O resíduo é aquecido e hidrogenado, obtendo assim os hidrocarbonetos desta reação também resultam os gases e óleos que são separados e enviados para refinarias. O processo chamado quimólise, se refere a uma despolimerização usada em polímeros produzidos por condensação como poliésteres (PET) poliamidas (Náilon) e polímeros produzidos por adição como o poliuretano. Na quimólise, os polímeros são “decompostos” até suas moléculas voltarem ao estado intermediário ou original, o que possibilita a reutilização.

Na hidrólise utiliza-se vapor d’água e alta temperatura para a quebra de moléculas obtendo como resultado os poliois. Os polímeros que possuem o grupo funcional éster são facilmente decompostos por esse tipo de reação. A aminólise é a reação entre uma amina e um polímero (WIEBECK; PIVA, 2004).

8.4 RECICLAGEM QUATERNÁRIA OU ENERGÉTICA

Esse tipo de reciclagem consiste em queimar os resíduos de plásticos descartados para a recuperação de energia de polímeros pós-consumidos. Ele pode ser misturado ou não com outros componentes (MANO,2005).

A reciclagem energética é hoje uma realidade e uma importante alternativa no gerenciamento do lixo urbano. É a tecnologia que transforma o lixo urbano em energia elétrica e térmica, um processo amplamente utilizado no exterior e que aproveita o alto poder calorífico contido nos plásticos para uso como combustível. Segundo WIEBECK; PIVA, (2004). “A reciclagem consiste na compactação dos resíduos e subsequentes “queima”, gerando energia, resíduos sólidos e gasosos”.

O processo de reciclagem energética é conhecido como pirólise, ou seja, quando a queima é feita na ausência de oxigênio e com temperatura controlada. E também pode ser chamado de incineração quando a fragmentação é realizada por oxidação. A pirólise tem como produtos resíduos gasosos e óleo da pirólise; já a incineração tem resíduos sólidos (cinzas) resíduos gasosos e energia (WIEBECK; PIVA, 2004).

Segundo a (PLASTIVIDA, 2014), esse processo praticamente não existe no Brasil. Apesar de ser uma alternativa ambientalmente correta viável e socialmente sustentável tendo como principais vantagens:

- Solucionar os problemas dos lixões e aterros sanitários que já não são capazes de atender as necessidades das cidades.
- Redução de emissão de gases dos aterros sanitários.
- Ajuda a preservar os leitos dos rios.
- Possibilita a recuperação energética dos materiais plásticos.
- Tecnologia que produz pode ser implementada próxima aos centros urbanos reduzindo os custos de coleta e transporte do lixo para os distantes aterros sanitários.

9 A RECICLAGEM DE EMBALAGENS PET

A princípio, o PET deveria ser um dos plásticos mais fáceis de serem reciclados. Entretanto, várias limitações existem para a obtenção de produtos reciclados com alto valor agregado. O PET empregado na produção de garrafas difere do PET grau fibra pela mais alta viscosidade intrínseca, alcançada devido ao aumento da massa molar da resina. Essas características são importantes em aplicações como garrafas, já que alta resistência do fundido é necessária para o processamento do material por sopro, processo usado na produção de garrafas. O PET é um material de alta tecnologia, pois é uma resina que exige certo cuidado. O PET exige uma secagem rigorosa por ser um material higroscópico (absorve água) (DIAS et al, 2004).

O processo de reciclagem do PET constitui-se em várias etapas: o material vai para a moagem, depois é lavado com água corrente, posteriormente é feita a secagem e levado para a extrusão para se formar o granulado, novamente é feita uma nova secagem em altas temperaturas. A maior preocupação que se tem durante o processo

é a remoção dos contaminantes que possam catalisar a sua hidrólise. Os catalisadores podem ser ácidos ou básicos e são compostos químicos que promovem a hidrólise a altas temperaturas (abaixo de 200 °C). As embalagens PET que tem rótulos com adesivos devem ser cuidadosamente lavadas até tirar toda a cola (DIAS et al, 2004).

A reciclagem do material é resumida na seguinte maneira:

- Moinho onde são obtidos os flakes (flocos, lascas ou escamas).
- Aglutinador onde o PET é compactado, depois o material é levado para repouso.
- Finalmente vai para a extrusora.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 MATERIAIS

Papéis	Cola branca
Água	Tintas
Uma moldura com tela fina	Pincéis
Panos limpos	Um cabo de vassoura
Esponjas	Vela
Bacia	Fósforo
Garrafas PET	Tesouras
Papel colorido	Estilete
Tampas de garrafas PET	Rolos de fita adesiva transparente
Cola quente	Folhas de jornais
Fita dupla face	

6.2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Julieta Gomes Leitão localizada na cidade de Marabá com 35 alunos do 9º ano do ensino fundamental, onde primeiramente foi planejado e realizado um ciclo de palestra sob os temas: Educação Ambiental, Reciclagem e Reutilização, nestas palestras foram abordadas questões como:

- O que é química ambiental?
- O que é educação ambiental?
- A importância da educação ambiental e a interdisciplinaridade.
- Tipos de papel que pode ser reciclado.
- Os problemas ambientais causados pelo papel e garrafa PET.
- O tempo de decomposição de alguns materiais.
- Materiais biodegradáveis *versus* não-biodegradáveis.
- Em que se baseiam os 5R's?
- Como os microorganismos fazem a depuração nos corpos d'água e o motivo que os mesmos são chamados de recicladores naturais.

- O motivo pelo qual os microorganismos não conseguem decompor com facilidade materiais inorgânicos.
- Qual a diferença dos rios Tietê e Pinheiro, antes e depois da poluição?
- Como podemos fazer para reduzir a quantidade de lixo.
- Quais os tipos de materiais que podem ser reciclados.

Concomitantemente foi avaliada a consciência ambiental dos alunos a partir de resumos feito pelos mesmos após os ciclos de palestras

Após a realização do ciclo de palestra os alunos participaram de oficinas de reciclagem e de reutilização. As mesmas, foram realizadas em etapas.

A primeira etapa consistia na divisão da turma em cinco grupos no qual foram distribuídos materiais didáticos (cartilha) elaborados com base na literatura, as cartilhas continham os procedimentos a serem realizados durante a confecção dos artesanatos sustentáveis e a importância dos mesmos para o meio ambiente.

Na segunda etapa os grupos ficaram incumbidos de trazerem os papéis e as garrafas PET.

Na terceira etapa os grupos utilizaram a cartilha distribuída, Anexo A, para confeccionar os artesanatos, os procedimentos para confecção está descrito nos itens 6.3.

6.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

6.3.1 reciclagem do papel

Os papéis foram separados em brancos, coloridos e jornais, em seguida os alunos cortaram os papeis com a mão, posteriormente os papeis foram colocados na água e armazenados por 24 horas.

FIGURA 6: Processo da reciclagem do papel; (a) Alunos rasgando papel; (b) Papéis rasgados pelos alunos; (c) Alunos amassando os papéis até a obtenção de uma polpa e (d) A moldura com tela sendo imersa na bacia com água, polpa e cola.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

No dia seguinte os papeis armazenados foram colocados em uma bacia grande e cobertos por água colocando fios de cola branca e amassados com as mãos até a obtenção de uma polpa, em seguida uma moldura com tela foi mergulhada até o fundo da bacia, a tela foi retirada da bacia devagar e na posição horizontal para que a polpa não se espalhasse na tela para não ocorrer à deformação do papel e para escorrer a água, após a água escorrer o excesso foi retirado utilizando uma esponja, posteriormente a tela foi virada sobre um pano para o papel se depositar sobre o mesmo e logo após o pano contendo o papel foi exposto ao sol para secagem final do papel.

FIGURA 7: Processo da reciclagem do papel; (a) Excesso de água escorrendo; (b) Excesso da água sendo retirado com o uso de esponja; (c) Papel sendo retirado da moldura com tela e (d) Papel obtido.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

6.4 REUTILIZAÇÃO DAS GARRAFAS PET

Outro material usado nas oficinas de reciclagem e reutilização foram as garrafas PET. A proposta foi utilizar as garrafas para produzir cofres, bonecas, árvores de Natal, poltronas entre outros.

6.4.1 Cofre

Primeiramente foi feita a higienização das garrafas, lavando-as com água e sabão e posteriormente a secagem. Os papéis coloridos foram cortados no formato de olhos, orelhas e nariz, em seguida cortou-se uma fita de papel colorido para passar em volta da garrafa, dando um toque especial ao artesanato. Para colar os recortes pequenos foi usado cola branca. Já o recorte maior, foi colado com fita dupla face.

As tampinhas de garrafas foram usadas para fazer as patinhas, que foram o apoio do cofre. As tampas foram coladas com cola quente, de forma simétrica, usou-se o estilete para fazer o recorte da abertura para a entrada de moedas.

FIGURA 8: Processo da confecção dos cofres; (a) Alunos passando papel colorido em torno da garrafa PET; (b) Alunos colando os olhos, nariz, orelhas do cofre; (c) As patas do cofre sendo colada e (d) Cofre obtido.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

6.4.2 Boneca

Para a construção das bonecas feita de garrafa PET primeiramente lavou-se adequadamente e reservou as garrafas. Amassou-se uma folha de jornal formando uma bola utilizada como cabeça da boneca e passou-se um pouco de fita crepe para ela ficar uniforme. Foram enroladas as folhas de jornal formando dois canudos que foram os braços da boneca.

Com a cola quente colou a bola na boca da garrafa e os braços no corpo. Para os seios fez-se duas bolinhas pequenas e colou na garrafa. Recortaram-se vários pedaços de jornal e colou com cola branca sobre toda a boneca. Para o cabelo fez-se canudos pequenos de jornal e enrolaram-se cada um formando os cachos que foram pintados com tinta amarela e colados na cabeça com cola quente.

Com o pincel pintou-se o rosto e os braços da boneca com a tinta branca, para o vestido pintou-se com tinta vermelha.

FIGURA 9: Processo da confecção das bonecas; (a) Alunos colando papel em torno da garrafa PET; (b) Alunos colando a cabeça da boneca; (c) Boneca sendo pintada e (d) Boneca obtida.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

6.4.3 Árvore de Natal

Pegaram-se várias garrafas PET limpas, em seguida, com a tesoura cortou o fundo da garrafa seguindo a marca que existe na própria garrafa para facilitar um corte perfeito. Cortaram as garrafas em tiras com aproximadamente 1,5cm de largura até o fim do gargalho da garrafa.

Depois arredondou as pontas com o auxílio da tesoura cada tira cortada. Com cuidado utilizou-se uma vela passando cada tira na vela, à medida que foi passando as tiras na vela, as mesmas foi “enrugando”. Deu-se um espaço aproximadamente de 2,00 cm a cada passada de vela (fazendo um movimento pra cima e pra baixo com movimentos rápidos, como se fosse um vai e vem), encaixaram-se as garrafas, cortadas e passada na vela encaixando uma a uma no cano.

FIGURA 10: Processo da confecção da árvore; (a) As garrafas PET sendo cortadas em tiras; (b) As tiras de garrafas PET sendo passada; (c) As garrafas sendo colocada uma a uma no cano e (d) Árvore obtida.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

6.4.4 Poltrona

Primeiramente retiraram-se os rótulos, lavaram e secaram muito bem as garrafas, utilizou-se trinta e oito garrafas com tampas para fazer o assento, as 19 garrafas foram cortadas existente na própria garrafa próximo ao gargalo, Figura 11 e 12.

Encaixou-se a parte de cima (com o bico) dentro do corpo do restante da garrafa cortada, Figura 11 (a), o bico encostou-se ao fundo da garrafa e em seguida foi encaixada em uma garrafa inteira, Figura 11(b) e 11(c). Fez-se este processo com as dezenove garrafas. As outras dezenove garrafas inteiras e tampadas foram encaixadas uma a uma dentro de cada garrafa cortada. Tomou-se o cuidado de fazer a mesma pressão em todas elas para as peças ficarem do mesmo tamanho.

FIGURA 11: Processo da confecção da poltrona; (a) Garrafa cortada; (b) Garrafa cortada e encaixada; (c) A parte cortada sendo encaixada na garrafa inteira e (d) Duplas de garrafas sendo presa com fita para a produção do assento.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Prenderam as garrafas com fita adesiva transparente para formar o assento, juntaram-se no mesmo sentido duas peças montadas, isto é, bico com bico e prenderam com a fita adesiva dando três voltas na mesma direção Figura 11(d). Esta fita foi presa com certa pressão, pois assim as garrafas ficaram bem presas. Formaram-se seis duplas, juntaram-se novamente as duplas em dois em dois, passou-se a fita adesiva, tomando cuidado em colocar as duplas no mesmo sentido. Feito isto tivemos três grupos de quatro peças. Colocou-se um grupo sobre o outro e passou à fita adesiva, este processo foi feito até o terceiro grupo de garrafa, formando o assento da poltrona Figura 12(a).

Foram utilizadas vinte e três garrafas limpas e secas, cinco garrafas ficaram inteiras e com as tampas, dezoito garrafas foram cortadas. Utilizaram a própria marcação das garrafas para fazer o corte próximo ao gargalo, em seguida encaixou-se a parte de cima (com o bico) dentro do corpo da garrafa cortada. O bico encostou-se ao fundo da garrafa. Fez-se este processo com as dezoito garrafas. Para montar três peças do encosto da poltrona, encaixaram-se quatro garrafas cortadas uma dentro da outra e finalizou-se com uma garrafa inteira, Figura 12(b). Posteriormente para montar duas peças do encosto da poltrona, encaixaram-se três garrafas cortadas uma dentro da outra e finalizou-se com uma garrafa inteira, em seguida juntaram-se as peças e prendeu-as com a fita, com este procedimento tivemos no final cinco peças que foram o encosto da poltrona e finalizou-se passando fita adesiva Figura 12(c). O assento e o encosto da poltrona foram 'preso' com fita adesiva transparente, Figura 12(d).

FIGURA 12: Processo da confecção da poltrona; (a) Assento da poltrona pronto; (b) Garrafas cortadas sendo encaixada uma a uma para a produção do encosto; (c) Encosto da poltrona semi pronto e (d) Poltrona obtida.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 CICLOS DE PALESTRAS

Após a apresentação das palestras aos alunos, da E.M.E.F Julieta Gomes Leitão, foi notória o interesse e a participação dos mesmos pelos assuntos abordados.

Muitos dos alunos, já tinham uma consciência ambiental, observada pelas frases dos mesmos:

“Na minha casa eu utilizo os potes de vidro de extrato de tomate para tomar água”.

“Minha mãe utiliza as garrafas de refrigerante para colocar água na geladeira”.

“Eu utilizo os dois lados da folha do caderno para escrever”.

“Meu pai e minha mãe utilizam saco de fibra para carregar as compras do supermercado”.

“Meu avô usa resto de comida para fazer adubo para as plantas dele”.

“Eu pego latinhas de cerveja e refrigerante e vendo”.

“Jogo lixo na lixeira”.

“Quando vou à praia sempre levo uma sacola plástica para colocar o lixo produzido”.

“Não jogo lixo nos rios e ruas”.

É evidenciado nessas frases, atitudes de reutilização e reciclagem e até mesmo da importância econômica que ações simples do dia-a-dia causam.

7.2 OFICINAS DE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO

As oficinas realizadas pelos alunos foram de grande importância para conscientizar os mesmos da necessidade de preservar o meio ambiente, pois a reciclagem do papel e a reutilização das garrafas PET traz vários benefícios ambientais, econômicos e sociais e além disso, aprenderam que a química pode ser trabalhada de forma interdisciplinar com educação ambiental, uma vez, que a química é uma ciência presente no nosso dia-a-dia.

Durante as oficinas vários conceitos de química foram trabalhados de forma interdisciplinar com a educação ambiental estimulando os alunos do ensino fundamental da rede pública à curiosidade científica. Para isso enfatizamos, por exemplos, que a celulose matéria-prima do papel é um polissacarídeo, cadeia de átomos grandes formado pela ligação de milhares de monômeros cadeia de átomos menores de glicose produzidos durante a fotossíntese que é constituído basicamente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, e que durante o processo de branqueamento são utilizados reagentes químicos como cloro (Cl_2), dióxido de cloro (ClO_2), hipoclorito de sódio (NaClO), gás oxigênio (O_2) e ozônio (O_3), dentre outros.

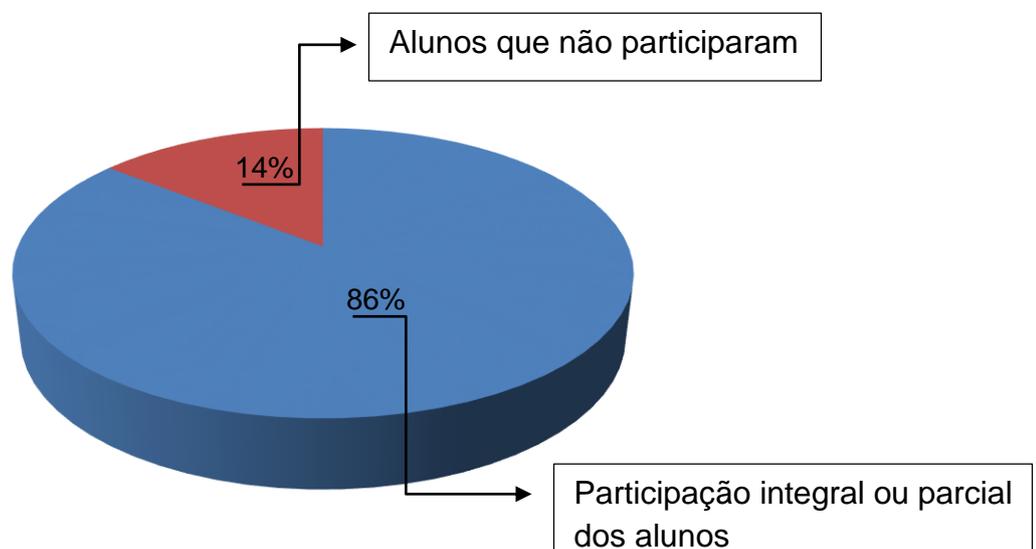
O PET é formado por substâncias orgânicas como: ácido tereftálico e etilenoglicol que reagem formando moléculas chamado polímeros.

Outro ponto discutido durante as oficinas foi a produção de chorume que é um líquido tóxico proveniente da decomposição de matéria orgânica que contamina a água dos lençóis freáticos e a decomposição do lixo que liberam gases como, por exemplo, metano (CH_4) que contribuem para o aumento do efeito estufa.

Nas oficinas ministradas, foi observado muito interesse e curiosidade dos alunos nas oficinas de reciclagem do papel e na reutilização das garrafas PET.

Na Figura 13 são apresentados as porcentagens de participação dos alunos nas oficinas. Entre os 35 alunos da turma, 86% participaram integralmente ou parcialmente da realização das oficinas e apenas 14% não participam das oficinas, o que demonstra que as oficinais ministradas despertaram a curiosidade dos alunos.

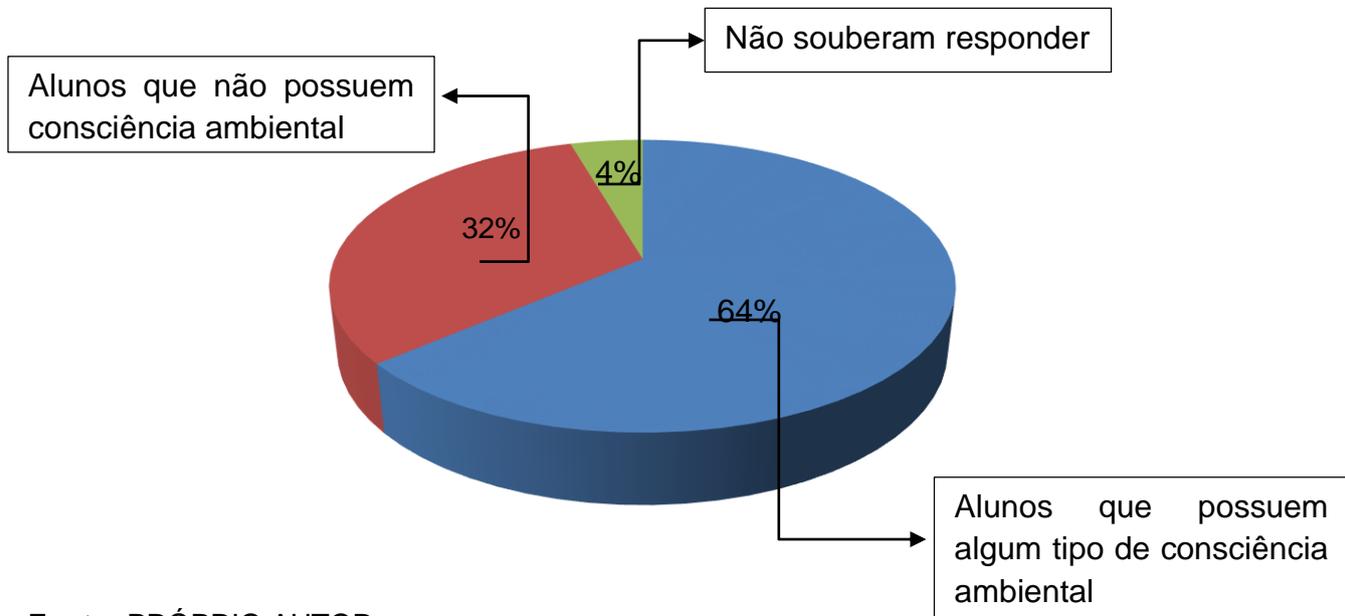
FIGURA 13: Gráfico da participação dos alunos nas aulas práticas.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Na Figura 14 são apresentados porcentagem da consciência ambiental dos alunos, 64% responderam que tem algum tipo de consciência ambiental, 32% não possui nenhum tipo de consciência ambiental e 4% não souberam responder.

FIGURA 14: Gráfico da consciência ambiental dos alunos.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Os materiais produzidos pelos alunos foram entregues a direção da escola para que os mesmos, sejam expostos às demais turmas da escola e à comunidade mostrando que atitudes simples podem ajudar a minimizar a poluição do planeta.

As cartilhas distribuídas inicialmente para os alunos antes da realização das oficinas sobre reciclagem foram também distribuídas à comunidade como forma de divulgar e propagar a educação ambiental, mostrando que todos, sem exceção, têm o dever e a obrigação de preservar o meio ambiente.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos tempos atuais a preocupação com o meio ambiente vem crescendo por parte da população, governos, ONGs entre outros setores de todo o mundo devido à destruição do meio ambiente ter se tornado um problema mundial acarretando no bem estar principalmente dos animais e também dos seres humanos, os avanços tecnológicos são um dos principais fatores para as mudanças climáticas, poluição e a extinção da fauna e da flora.

Várias conferências foram realizadas ao longo dos anos reunindo países para debater questões sobre o meio ambiente. Entretanto se a educação ambiental não começar desde cedo de nada adianta essas ações, pois a conscientização deve começar a ser discutida nas escolas como forma de ensino aprendizado capaz de formar cidadãos conscientes de suas ações.

As oficinas de reciclagem serviram como ferramenta de ensino de química, durante a realização das mesmas foram discutido assuntos como: Reagentes químicos utilizados para o branqueamento do papel, formação de compostos organoclorados através da reação do cloro e hipoclorito de sódio que reagem com a lignina residual, reação química para formação do PET, tipos de átomos envolvidos na formação do papel e do PET e a produção de líquidos e gases tóxicos emitidos durante a decomposição do lixo.

A escola onde o trabalho foi realizado não dispunha de um espaço adequado para desenvolvimento das aulas práticas, por isso, impossibilitando algumas vezes o andamento das atividades, mas o objetivo do trabalho era mostrar aos alunos que atitudes simples podem transformar o mundo em um lugar sem lixo que para isso ocorrer só depende de cada um fazer sua parte.

Esse trabalho propôs de uma forma simples introduzir a educação ambiental nas aulas de uma escola da rede pública na cidade de Marabá de forma interdisciplinar e mostrar aos alunos que a escola não é apenas um local para aprender assuntos do vestibular é também um local onde devemos construir conhecimentos e pensamentos críticos, por isso, através dos debates sobre educação ambiental e conceitos químicos relacionados nas oficinas os alunos perceberam que o conhecimento não se restringe apenas ao ensinamento de disciplinas curriculares.

Durante as oficinas os alunos concluíram que a prática de preservar o meio ambiente proporcionam benefícios sociais, econômicos e ambientais, devido a criação

de empregos em empresas e cooperativas de reciclagem, economiza recursos naturais e diminui os impactos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET, Associação Brasileira de Indústria do PET. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

ALVES, A. *PET: Plástico do momento*. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/pet-plastico-momento.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

ANDRADE, D. F. *Implementação da Educação Ambiental em Escolas: Uma Reflexão*. In: Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 4, 2000.

ANTUNES, A. *Setores da Indústria Química Orgânica*. Rio de Janeiro sindicato nacional dos editores de livros, 2007.

BIASOTTO, H. M, et al. *Meio Ambiente Poluição e Reciclagem* – 1 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2005.

BIDINOTO, V.M. *A Importância da Reciclagem, 2009*. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-da-reciclagem/16750/>>. Acesso em 01 de out. 2014.

BRACELPA, *Associação Brasileira de Celulose e Papel*. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso 17 nov. 2014.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. *Dispõe sobre a educação ambiental. Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999*. Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. *Carta Brasileira para Educação Ambiental*. Workshop de Educação ambiental. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais - convívio social e ética – Meio Ambiente*. Versão agosto. Brasília: MEC/SEF, 1996.

CARVALHO, I. *A Invenção Ecológica*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001.

CARVALHO, M. S. *Educação Ambiental: A Reciclagem de Papel na Sala de Aula*. 2009, 15f. Dissertação (Graduação de Licenciatura em Química) – Universidade Estadual de Paraíba, Paraíba, 2009.

CARVALHO, M. M. *Introdução a Metodologia de Trabalho Científico*. 7º ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

DIAS, G. F. *Educação Ambiental: Princípios e Práticas*. São Paulo: Editora Gaia, 1992. 399p.

DIAS, M. L. et.al. *Uso de Aditivos Para Melhoria das Propriedades Físicas de PET*. Rio de Janeiro: Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

DOHME, V. *Ensinando a Criança a Amar a Natureza*. São Paulo: Informal Editora, 2002.

FERRAZ, J.M.G. *O Papel Nosso de Cada Dia*. Disponível em: http://webmail.cnpma.embrapa.br/download_hp/408.pdf. Acesso em: 2 dez. 2014.

FIORILLO, C. A. P. *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. 8ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

GARCIAS, C. M; AFONSO, J. A. C. *Revitalização de Rios Urbanos*. Gesta – Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. v. 1. p. 7, 2013.

GOBBI, B.C; BRITO, M.J. 2005. *Gestão Ambiental Como Prática Social em uma Organização Produtora de Celulose: uma análise interpretativa*. In: ENANPAD, 29. 2005, Curitiba.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. *Recursos Pesqueiros*. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/download/200/>. Acesso em: 14 nov. 2014.

JACOBI, P. *Cidade e Meio Ambiente*. Cadernos de Pesquisa, n. 118. São Paulo: Editora Annablume, 1997. p.

KINDELL, E. A. I; FABIANO, W.S; MICAELA, Y. *Educação Ambiental: Vários Olhares e Várias Práticas*. 2ª. ed. Paraná: Editora Mediação, 2006.

KUGLER, H. *Passado e Tragédia, 2013*. Disponível em: <http://www.cienciahoje.uol.com.br/especiais/rastros-do-mercurio/passado-e-tragedia>. Acesso em: 14 nov. 2014.

LEFF, E. *Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder*. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2001.

LOUREDO, P. *Rio +20*. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/biologia/rio-20.htm>. Acesso em: 17 nov. 2014.

MANO, E. B; PACHECO, E.B.A.V; BONELLI, C.M.C. *Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem*. 1ª. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005.

MACHADO, R.C. *Plástico e Meio Ambiente uma Relação Possível, 2011*. Disponível em: <http://www.cienciaecultura.ufba.br/agenciadenoticias/opiniaoplastico-e-meio-ambiente-uma-relacao-possivel/>. Acesso em 22 out. 2014

MEADOWS, D. et al. *Limites do Crescimento: Um Relatório para o Projeto do Clube de Roma Sobre os Problemas da Humanidade*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1972.

NASCIMENTO, A. M.do. et al. *Química e o Meio Ambiente, 2005*. Disponível em: http://www.ccmn.ufrj.br/curso/trabalhos/pdf/quimicatrabalhos/quimica_meioambiente/quimicaeamb2.pdf. Acesso em: 8 dez. 2014.

PEDRINI, A. G. (Org). *Educação ambiental: Reflexões e Práticas contemporâneas*. 5ª ed. Petrópolis - Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1997.

PEREIRA, R.C.C; MACHADO, A.H; SILVA, G. G. (Re)Conhecendo o PET. *Química Nova na Escola*, v. 15, p. 2-3, 2002.

PHILIPPI JR; PELICIONI, M. *Educação Ambiental e Sustentabilidade*. 1ª ed. Barueri-São Paulo: Editora Manole, p.595,2005.

PILÓ-VELOSO, D; NASCIMENTO, E.A; MORAIS, S.A.L. *Isolamento e Análise Estrutural de Ligninas*. *Química Nova*, v. 16, p. 435-448, 1993.

PLASTIVIDA, Instituto Sócio Ambiental dos Plásticos. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br>. Acesso em: 15 nov. 2014.

PONTALTI, E. S. *Projeto de Educação Ambiental: Parque Cinturão Verde de Cianorte*, 2005. Disponível em: <http://www.apromac.org.br>. Acesso em: 19 out. 2014.

POIANI, L.M. et al. *Reciclagem Generalizada (Papel, Vidro, Metal, Plástico, Orgânico, Rejeitos)*, 2010. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MiMhDjLWoj8J:xa.yimg.com/kq/groups/17496268/1416404293/name/Trabalho%2Bescrito%2Breciclagem.doc+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 8 dez. 2014.

REIGOTA, M. A. *Floresta e a Escola: Por uma Educação Ambiental Pós-Moderna*. São Paulo: Editora Cortez, 1999.

REIGOTA, M. *Verde Cotidiano: O Meio Ambiente em Discussão*. Rio de Janeiro: Editora DP&A, 1998.

ROSA, N. R., et al. *A Importância da Reciclagem do Papel na Melhoria da Qualidade do Meio Ambiente*, 2005. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1004_1116.pdf. Acesso em: 21 out. 2014.

SANCHES, C et al. *Acidente Ambiental-Reflexões e Críticas TecBio, 2011*. Disponível em: <http://acidenteambiental.reflexoescriticastecbio.wordpress.com/2011/11/06/acidente-cesio-137-goiania-1987/>. Acesso em: 14 nov. 2014.

SANTOS, C. P. et.al. *Papel: Como se Fabrica?* *Química Nova na Escola*, v. 14, p. 2-5, 2001.

SATO, M. *Educação Ambiental*. São Carlos: Editora Rima, 2002.

TAMAI, I. *A Mediação do Professor na Construção do Conceito de Natureza*. Campinas, 2000. Dissertação (Mestrado) FE/Unicamp, Campinas, 2000.

TAUK, S. M. *Análise Ambiental: Uma Visão Multidisciplinar*. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista: FAPESP: STR FUNDUNRSO, 1991.

TRISTÃO, M. *As Dimensões e os Desafios da Educação Ambiental na Sociedade do Conhecimento*. In: RUSHEINSKY, A. (org.). *Educação ambiental: Abordagens Múltiplas*. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

UNESCO. *Década das Nações Unidas da Educação para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação.* – Brasília: UNESCO, 2005.

VALLE, C. E. *Qualidade Ambiental ISO 14000.* 5ª. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2005.

VIGOTSKY, L. *A Formação Social da Mente.* São Paulo: Editora Martins Fontes, 1991.

VIOLA, E. J. *O Movimento Ecológico no Brasil (1974 a 1986): do Ambientalismo à Ecológica.* Revista brasileira de ciências sociais, v. 2, p. 5 – 26, 1987.

WAN, E. et al. Polímeros sintéticos. *Química Nova na Escola.* (Eds.). n. 2, p. 5-8, 2001.

WIEBECK, H; PIVA, A. M. *Reciclagem do Plástico – Como Fazer da Reciclagem um Negócio Lucrativo.* São Paulo: Editora Artliber, 2004.

ANEXO

ANEXO A – Cartilha com os procedimentos da reciclagem do papel e da reutilização das garrafas PET para confecção dos artesanatos sustentáveis.

RESUMO

Este material didático tem como objetivo mostrar as diversas possibilidades de reciclagem e reutilização de material que geralmente são descartados no meio ambiente os quais possuem tempo de decomposição elevado como, por exemplo: as garrafas PET que levam entre 200 e 500 anos para se decompor na natureza.

Estes materiais causam problemas ambientais graves como: entupimento de esgotos causando enchentes e problema de saúde pública desequilíbrio do meio ambiente principalmente ambiente aquático (rios, lagos, mares entre outros), além da poluição atmosférica, pois a decomposição desses materiais gera vapores tóxicos.

Nesta cartilha serão abordadas as confecções de cofrinhos, bonecas, enfeites natalinos e poltronas de garrafas PET e além da reciclagem de papel.

1.0 **ATIVIDADE 1:**COFRINHO FEITO DE GARRAFA PET

1.1 **MATERIAIS NECESSÁRIOS:**

- ✓ Garrafa pet
- ✓ Papel colorido
- ✓ Tampa da garrafa
- ✓ Cola quente ou fita dupla face
- ✓ Estilete

1.2 **EXECUÇÃO:**

Os detalhes passo a passo da montagem dos cofrinhos de garrafa PET são apresentados na, Figura 1.

FIGURA 1: Passo a passo da montagem do cofrinho de garrafa PET



Fonte: <http://ciclovivo.com.br>

- 1° PASSO:** Lave a garrafa pet adequadamente e reserve;
- 2° PASSO:** Amasse uma folha de jornal formando uma bola e passe um pouco de fita crepe para ela ficar uniforme. Enrole a folha de jornal formando dois canudos que vão ser os braços da boneca de acordo com a Figura 3.

FIGURA 3: Detalhes da montagem da boneca de garrafa PET do **2° PASSO**



- 3° PASSO:** Com a cola quente cole a bola (que será a cabeça) na boca da garrafa e os bracinhos no corpo. Para o seio faça duas bolinhas pequenas e cole na garrafa (Figura 4).

FIGURA 4: Detalhes da montagem da boneca de garrafa PET do **3° PASSO**



- 4° PASSO:** Recorte vários pedacinhos de jornal e cole com a cola branca sobre toda a boneca (Figura 5).

FIGURA 5: Detalhes da montagem da boneca de garrafa PET do **4° PASSO**



5° PASSO: Para o cabelo faça canudos pequenos de jornal e enrole cada formando os cachos (Figura 6). Pinte com tinta PVA preta e cole na cabeça com cola quente;

6° PASSO: Com o pincel pinte o rosto e os braços da boneca com a tinta PVA marrom (Figura 6). Para o vestido dê duas demãos com a tinta amarela e faça também florezinhas no vestido usando o próprio cabo do pincel.

FIGURA 6: Detalhes da montagem da boneca de garrafa PET do 5° e 6° PASSO



3.0 ATIVIDADE 3: RECICLAGEM DE PAPEL

3.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- ✓ Papel limpo
- ✓ Cola
- ✓ Água
- ✓ Uma moldura com rede muito fina
- ✓ Panos limpos
- ✓ Esponja
- ✓ Bacia

3.2 EXECUÇÃO:

Na Figura 7 é apresentado o passo a passo da reciclagem de papel.

FIGURA 7: Passo a passo da reciclagem do papel



Fonte: www.comoreciclar.net

1º Passo: O primeiro passo é separar o papel cuidadosamente sem que este fique com sujidade, depois corta-se pedaços pequenos e coloca-se num recipiente com água e deixa-se em repouso por 24 horas.

2º Passo: Bata num liquidificador ou mexa bastante até dissolver o papel molhado até virar uma massa homogênea de papel.

3º Passo: Despeje a polpa numa bacia grande, maior que a tela e coloque água suficiente para cobrir a polpa e adicione cerca de 2 colheres de cola branca.

4º Passo: Mergulhe a tela verticalmente e deite-a no fundo da bacia.

5º Passo: Suspenda-as ainda na posição horizontal, bem devagar, de modo que a polpa fique depositada na tela. Espere o excesso de água escorrer para dentro da bacia

6º Passo: Vire a moldura com a polpa para baixo, sobre um jornal ou pano. Tire o excesso de água com uma esponja e se necessário coloque as folhas para secarem ao sol.

4.0 ATIVIDADE 4: POLTRONA FEITA DE GARRAFA PET

4.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- ✓ Tesoura
- ✓ 136 garrafas de PET (garrafa de refrigerantes da mesma marca)
- ✓ Rolo de fita adesiva transparente

4.2 EXECUÇÃO:

Na Figura 8 é apresentada uma poltrona feita com garrafa PET e na Figura 9 é a apresentado um esquema passo a passo da montagem da poltrona de garrafa PET.

FIGURA 8: Poltrona feita de garrafa PET



Fonte: www.coisasparafazer-rosinha.blogspot.com.br

1º PASSO: Retire o rótulo, lave e seque muito bem as 136 garrafas.

2° PASSO: 32 garrafas sem as tampas serão cortadas. Se utilizar garrafas de coca cola aproveite a marca que a própria garrafa já possui e faça nesta marca o corte.

3° PASSO: Encaixe a parte de cima (com o bico) dentro do corpo da garrafa. O bico deverá encostar-se ao fundo da garrafa. Fazer este processo com as 16 garrafas.

4° PASSO: As outras 16 garrafas inteiras e tampadas deverão ser encaixadas uma a uma dentro de cada garrafa cortada. Tome o cuidado de fazer a mesma pressão em todas elas para as peças ficarem do mesmo tamanho.

5° PASSO: Prenda as garrafas para formar o assento. Junte no mesmo sentido duas peças montadas, isto é, bico com bico e prenda-as com a fita adesiva dando 3 voltas na mesma direção. Esta fita deverá ser presa com certa pressão, pois assim as garrafas ficarão bem presas. Forma-se então 8 duplas.

6° PASSO: Juntar novamente as duplas em dois em dois, passar a fita adesiva. Não se esqueça de colocar as duplas no mesmo sentido. Feito isto teremos 4 grupos de quatro peças.

7°PASSO: Coloque um grupo sobre o outro e passe a fita adesiva, fazer este processo até o quarto grupo de garrafas. Está pronta a estrutura.

8° PASSO: O lado do pufe que ficará no chão é do lado do bico, pois é mais resistente.

PASSO A PASSO DA MONTAGEM DOS BRAÇOS DA POLTRONA

9° PASSO: Utilizar 40 garrafas limpas e secas, 8 garrafas ficarão inteiras e com as tampas, 32 garrafas deverão ser cortadas. Se utilizar garrafas de coca-cola aproveitar a própria marcação da garrafa e fazer o corte.

10° PASSO: Encaixe a parte de cima (com o bico) dentro do corpo da garrafa. O bico deverá encostar-se ao fundo da garrafa. Fazer este processo com as 32 garrafas.

11° PASSO: Para montar cada peça, encaixar 4 garrafas cortadas uma dentro da outra e finalizar com uma garrafa inteira. Com este procedimento teremos no final 8 peças que serão os braços (4 para cada lado).

12° PASSO: Juntar agora duas em duas as peças prendê-las com a fita.

13° PASSO: Prender as duplas formando 4 peças. Estão prontos os braços.

14° PASSO: Utilize um grupo de 4 peças na lateral do assento e prenda-o também com a fita adesiva.

15° PASSO: Faça o mesmo procedimento do outro lado.

PASSO A PASSO DA MONTAGEM DO ENCOSTO DA POLTRONA

16° PASSO: Utilize as 64 garrafas restantes. 60 garrafas serão cortadas e 4 permanecerão inteiras e com as tampas

17° PASSO: Para cortá-las e montá-las utilizar o procedimento do braço.

18° PASSO: Prender o encosto utilizando também a fita. Está pronta a poltrona.

FIGURA 9: Passo a passo da montagem da poltrona feita de garrafa PET



Fonte: rcsucateando.blogspot.com.br

5.0 ATIVIDADE 5: ÁRVORE DE NATAL FEITA DE GARRAFA PET

5.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- ✓ Garrafas PET, de preferência na cor verde
- ✓ Um cabo de vassoura ou um galho de mesmo diâmetro
- ✓ Vela
- ✓ Fósforo
- ✓ Tesoura
- ✓ Estilete

5.2 EXECUÇÃO:

A Figura 10 mostra a árvore de natal feita com garrafa PET e nas Figuras 11, 12, 13 e 14 são ilustrados os passo a passo da construção da árvore de natal sucessivamente.

FIGURA 10:Árvore de natal feita de garrafa PET



Fonte: www.minascasa.com.br

1º PASSO: Pegue uma garrafa pet lavada e bem limpa de preferência na cor verde. Em seguida, com a tesoura corte o fundo da garrafa seguindo a marquinha que existe na própria garrafa para facilitar um corte perfeito (Figura 11).

FIGURA 11: Detalhes da montagem da árvore de natal feita de garrafa-PET



2º PASSO: Corte a garrafa em tiras com aproximadamente 1,5cm de largura até o fim do gargalho da garrafa. Depois a arredonde as pontas com o auxílio da tesoura cada tirinha cortada (Figura 12).

FIGURA 12: Detalhes da montagem da árvore de natal feita de garrafa-PET





3º PASSO: Com cuidado utilize uma vela. O segredo da árvore está no efeito que ela vai produzir passando cada tirinha na vela. **ATENÇÃO:** Segure bem, à medida que vai passando na vela para ela não enruguar muito (do contrário ela irá encolher, além do necessário). Dê um espaço aproximadamente de 2,00 cm a cada passada de vela (fazendo um movimento pra cima e pra baixo com movimentos rápidos, como se fosse um vai e vem) até aparecer um tom escuro nas tirinhas cortadas da garrafa PET (Figura 13).

FIGURA 13: Detalhes da montagem da árvore de natal feita de garrafa PET



4º PASSO: Para encaixar as garrafas, cortadas e passada na vela. Vá encaixando uma a uma no cano. **DICA:** No final da árvore (ou melhor, no ápice da sua árvore corte garrafas menores de 1,00 litros para ir diminuindo o tamanho e dando forma a sua árvore pet (Figura 14).

FIGURA 14: Detalhes da montagem da árvore de natal feita de garrafa PET



OUTRAS SUGESTÕES DE REUTILIZAÇÃO DAS GARRAFAS PET

- Vaso de planta de pneu
- Carrinho de garrafa PET e lata de refrigerante
- Embalagens de presente
- Cortina de garrafa pet
- Enfeites Natalinos
- Puff de pneu
- Abajur de garrafa de vidro
- Luminária de garrafa pet
- Vassoura de garrafa pet

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

http://www.ciclovivo.com.br/noticia/saiba_como_fazer_um_cofrinho_reaproveitando_garrafas_pet Acessado em 18 de julho de 2013.

<http://www.coisasparafazer-rosinha.blogspot.com.br/2009/01/poltrona-de-garrafas-pet.html> Acessado em 26 de setembro de 2013.

<http://www.comoreciclar.net/como-fazer-papel-reciclado> Acessado em 26 de setembro de 2013.

<http://www.minascasa.com.br/blog/decoracao/arvores-de-natal-feitas-com-garrafas-pet>. Acessado em 27 de setembro de 2013.

<http://www.rcsucateando.blogspot.com.br/2010/10/sofa-de-garrafa-pet>. Acessado em 26 de setembro de 2013.

<http://www.sonholilas.com.br/2008/01/14/boneca-feita-com-garrafa-jornal/>. Acessado em 18 de julho de 2013.