

**ISRAEL PEREIRA
FÁBIO JOSÉ DA COSTA ALVES**

**MODELAGEM MATEMÁTICA NA RECICLAGEM DE PAPEL: A
RECICLAGEM DE PAPEL NA ESCOLA**



**PARAUAPEBAS
2022**

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

**MODELAGEM MATEMÁTICA NA RECICLAGEM DE PAPEL: A RECICLAGEM DE
PAPEL NA ESCOLA**

1^a EDIÇÃO

Autores

Israel Pereira
Fábio José da Costa Alves

PARAUAPEBAS
2022

PEREIRA, Israel; ALVES, Fábio José da Costa. Modelagem Matemática na reciclagem de papel: A reciclagem de papel na escola. Produto educacional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, curso de Mestrado Profissional em ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, (PPGEM, UEPA)/2022.

ISBN: 978-65-84998-00-1

Reciclagem de papel. Reciclagem na escola. Modelagem Matemática.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
A HISTÓRIA DO PAPEL	6
TIPOS DE PAPEIS	9
PRODUÇÃO DE PAPEL NO BRASIL	11
CONSUMO DE PAPEL SULFITE A4 EM UMA ESCOLA DE PEQUENO PORTE	13
O QUE FAZER COM O PAPEL DESCARTADO NAS ESCOLAS?	15
TANNSFORMAÇÃO DO PAPEL DE ESCRITÓRIO/ESCOLAR EM MATERIA PRIMA	16
SOBRE OS AUTORES	28
REFERÊNCIAS	29

1. APRESENTAÇÃO

O mundo vem sentindo cada vez mais as mudanças climáticas e uma escassez cada vez mais latente dos recursos naturais, sendo, portanto, necessário um olhar para as práticas renováveis de consumo.

O ensino de Matemática não deve ficar dissociado das mudanças que ocorrem ao nosso redor, nesse contexto a Modelagem Matemática é uma importante ferramenta, no sentido de buscar meios práticos e objetivos para resolução de problemas diversos do cotidiano.

Este livro busca aproximar o contexto dos educandos ao ensino de Matemática, trazendo um problema real e atual dentro da concepção de meio ambiente, que é a reciclagem de papel na escola.

Com o auxílio da Modelagem Matemática, através de gráficos e tabelas, este livro traz uma contextualização da fabricação e consumo de papel no Brasil, fazendo um panorama da quantidade desse produto que é consumida (e descartada) em escolas de pequeno e grande porte.

Por fim, o livro apresenta uma alternativa para o destino do papel de escritório consumido nas escolas, que é a reciclagem, mostrando o passo-a-passo do processo de reciclagem de papel.

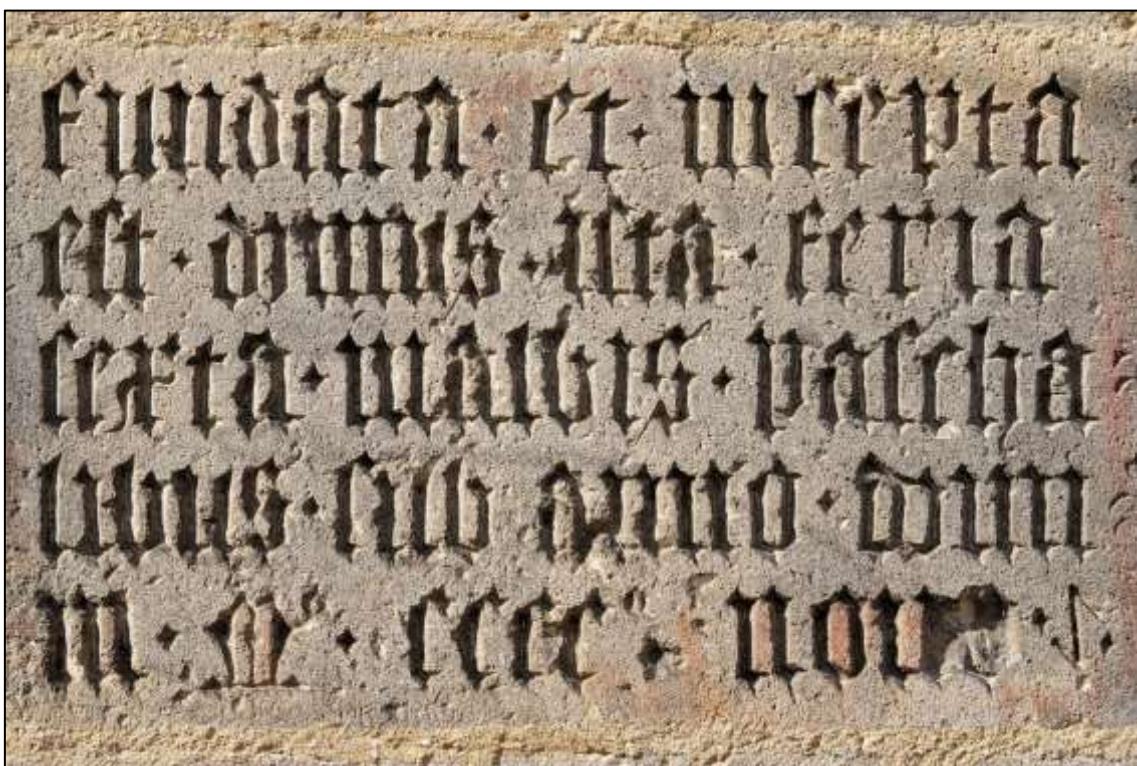
Os autores

2. A HISTÓRIA DO PAPEL

Desde os primórdios da humanidade sempre houve a necessidade do ser humano expressar suas emoções, e os registros de seus feitos eram gravadas em locais ou objetos diversos que tivessem uma superfície propícia para tal atividade, podendo ser em pedras, madeira ou metais, este ato certamente foi o que contribuiu para que essas gravuras ou desenhos não se perdessem com o tempo.

Com a criação da escrita por volta de 6000 anos, também se cria meios mais sofisticados para gravá-la como tabletes de pedra ou argila.

Figura 1- Tablete de pedra



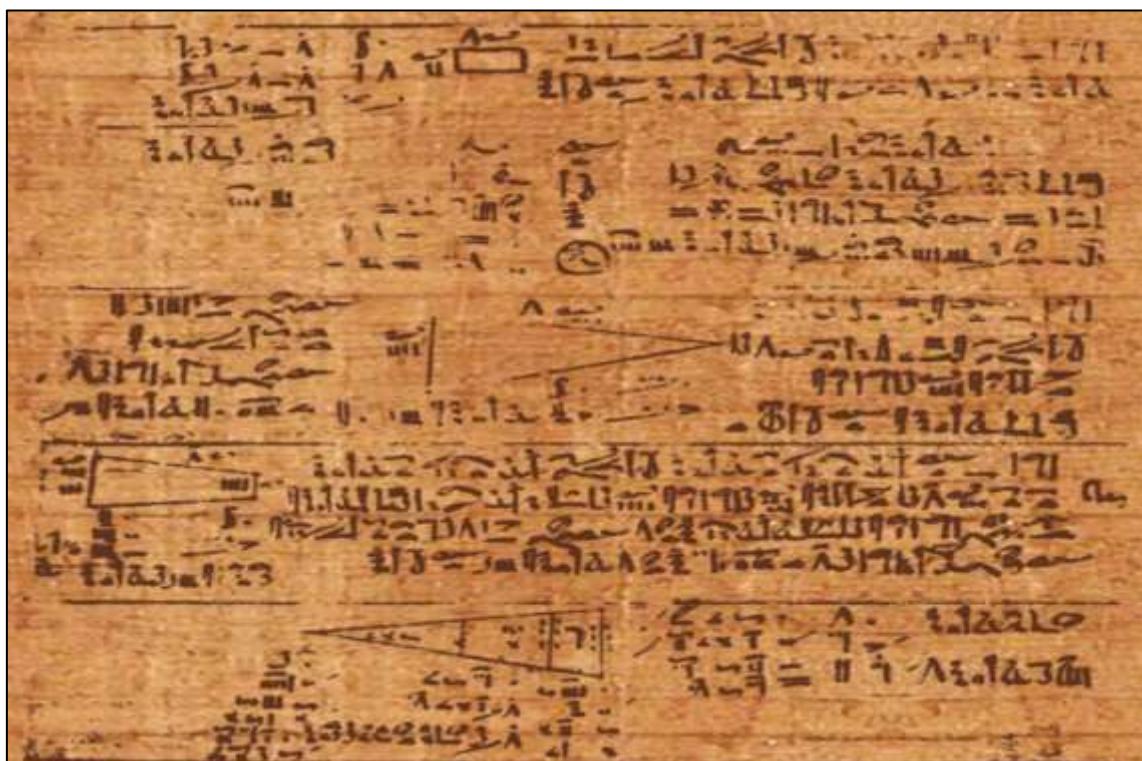
Fonte: pixabay.com

Com a criação desses meios, torna-se mais fácil a escrita e gravuras de símbolos, bem como a locomoção dos escritos entre os povos. E com a crescente necessidade da comunicação escrita entre os povos antigos, surgem objetos mais desenvolvidos, leves e bem mais fácil de acomodar como o papiro, que é considerado a forma mais antiga forma de papel, que se tratava de uma planta encontrada as margens do Nilo no Egito, usada

para escrita por volta de três mil anos antes de Cristo (CARVALHO, 2001). O papiro era considerado muito frágil, e, portanto, havia a necessidade de encontrar ou criar um material que fosse mais resistente. Mesmo com essa fragilidade milhares de documentos foram escritos em papilos, como o manuscrito mais antigo do mundo exposto pelo Museu Egípcio no Cairo, com mais de 4500 anos, este manuscrito menciona os trabalhos de construção da Grande Pirâmide de Gizé (VEJA, 2016).

Podemos citar ainda um papiro muito famoso no meio matemático, o Papiro de Rhind, que traz 87 problemas do cotidiano, voltados para geometria, com a altura, situações de divisibilidade, como a tabela de divisão de por 2, problemas envolvendo equações, entre vários outros tópicos de Matemática visto até hoje em escolas e universidades.

Figura 2- Papiro de Rhind



Fonte: Flicker.com

Com a busca de meios mais sofisticados e resistentes cria-se então, no século II a.C., o pergaminho, que diferente do papiro era feito de pele

de animais, como couro curtido de boi, logo tinha mais resistência do que seu antecessor que era feito de vegetal (BERNHARDT, 2017). Com a criação do pergaminho, importantes materiais foram escritos e que até dias atuais são usados para comparações arqueológicas de fatos, como o Pergaminho do livro de Isaias, que está dentro do Manuscrito do Mar Morto, descobertos nos anos de 1940, estes pergaminhos datam do século III a.C, e assim podemos notar que foram feitos um século depois da criação do pergaminho.

Figura 3 - Pergaminho de Isaias



Fonte: Wikimedia.org

Uma das maiores vantagens do pergaminho era exatamente a sua resistência, quando comparado a seu antecessor, e sua maior desvantagem

era seu alto custo, já que dependia do abate de animais e ainda um longo período para que as peles estivem prontas.

Neste sentido, surge na China, já século II D.C., o precursor do papel como conhecemos hoje, criado por T'sai Lun. Este por sua vez deixou as peles de lado, e retornou aos vegetais e outros produtos que tivessem fibra, como, casca de madeira, restos de tecidos e cânhamo (CARVALHO, 2001).

Em 1884, Friedrich G. Keller, utilizando madeira pelo processo de desfibramento, fabrica pasta de fibras, mas ainda junta trapos à mistura. Mais tarde, percebeu que a pasta obtida era formada por fibras de celulose impregnadas por outras substâncias da madeira, como a lignina (PULP e PAPER INTERNATIONAL, 1987).

Porém, no Brasil o papel começou a ser fabricado somente no início do século XXIX, mais precisamente no ano de 1809.

3. TIPOS DE PAPEIS

Com advento da industrialização, surge cada vez mais latente a necessidade de novos produtos que supram os mais diversos tipos de consumidores. Neste cenário o papel, desde sua invenção, sofreu várias transformações e hoje existem muitos tipos de papeis, usados de acordo com a finalidade da impressão. Listaremos os 12 tipos mais comuns de papel, de acordo com a gráfica Futura Express.

Papel Sulfite – A palavra sulfite, vem da matéria prima do processo de fabricação desse papel, onde era utilizado o elemento químico Sulfito de Cálcio. Este tipo de papel é o mais comum em escritórios, trata-se de um papel simples e de preço acessível, utilizado com frequência em impressões do dia a dia. Sua gramatura geralmente é de 75 g/m² e seu formato no geral é o A4.

Papel Couché – É um tipo de papel base, que recebe uma camada de revestimento, fazendo com que o papel adquira uma superfície lisa

propícia para impressão de alta qualidade. Sua gramatura pode ser de 90 g/m² a 300g/m². Esse papel é geralmente utilizado em gráficas para a confecção de folhetos, panfletos, flyers, cartão de visita, entre outros aplicções.

Papel Jornal – Esse papel possui uma qualidade geralmente inferior aos demais, porém permite impressões em alta velocidades, e é bastante utilizado na confecção de jornais impressos, revistas ou blocos.

Papel Kraft - Esse tipo de papel é bem particular em relação aos outros, pois não recebe o branqueamento em seu processo de fabricação, mantendo a cor original da madeira. Sua principal utilização é a fabricação de sacolas e embalagens.

Papel Vegetal – Esse papel não utiliza produtos químicos em sua fabricação, é fabricado com fibras de celulose pura. E pode ser usado na confecção de acabamentos de convite, sobre capas e catálogos.

Papel Fotográfico – Esses papeis são utilizados na impressão de fotografias, são papeis com mesmo material do papel couché, mas com uma camada de produtos químicos fotossensíveis.

Papel Supremo – Esse papel é mais utilizado em impressões de qualidade e durabilidade, pois possui alta resistência e uma gramatura de 205 g/m². É geralmente usado em impressões de capas de livros, calendários, popcards e avisos de porta.

Papel Duo Design – esse papel apresenta as mesmas características do papel supremo, porém com uma camada de coating no verso, e isso faz com que sua utilização seja muito superior ao do papel supremo.

Papel Vergê – É muito utilizado na confecção de convites, certificados e artesanatos em geral sua gramatura é superior ao do sulfite e ainda possui superfície rugosa.

Papel Speed – Esse papel é fabricado a partir de um material híbrido, que pode impresso como papel e durável como como plástico, o que o torna

um vilão ao meio ambiente. Sua utilização é a confecção de crachás, cartão de ponto e cardápios.

Cartolina – A cartolina no geral não é utilizada em impressões, mas seu uso é comum em escolas e universidades, é fabricada diretamente na máquina, ou obtida pela colagem e prensagem de várias outras folhas.

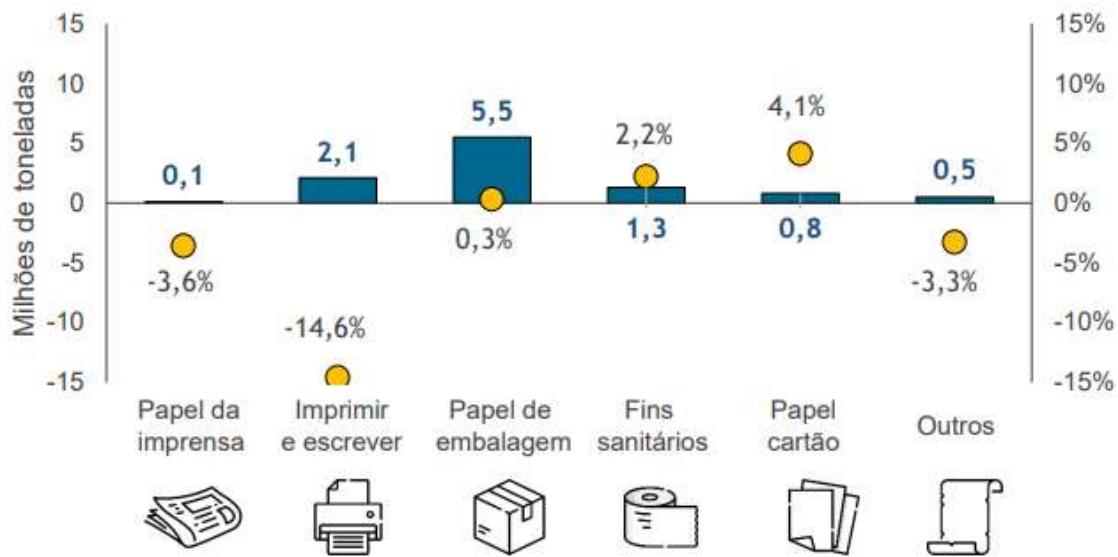
Papel Reciclado – Esse tipo de papel é fabricado a partir da sobra de papel sulfite. É bem mais ecológico e sustentável que os demais. Ele pode ser usado na fabricação de convites, agendas, envelopes, entre outras aplicações.

4. PRODUÇÃO DE PAPEL NO BRASIL

De acordo com dados da FAO (2021), a produção mundial de papel foi de 518,4 milhões de toneladas. No Brasil em 2020, a produção deste produto caiu 2,8%, ainda assim, o Brasil está entre os 10 maiores produtores mundiais de papeis, sendo 80% da produção voltada ao mercado interno (IBÁ, 2021).

A queda na produção se deu basicamente graças a introdução ou aperfeiçoamento do ensino remoto nas escolas brasileiras em 2020. Percebeu-se uma queda de 14% da produção de papel utilizada para imprimir ou escrever, como o papel sulfite (IEA e EPE, 2022).

Gráfico 1- Produção por tipo de papel no Brasil em 2020



Fonte: IBÁ 2021.

Notamos que enquanto alguns tipos de papeis como o papel jornal, ou outros utilizados pela impressa, diminuíram sua produção nesse período, com queda de 3,6%, outros tipos de papeis como os usados na confecção de insumos sanitários tiveram aumento 2,2% na produção. O papel cartão foi o que mais elevou sua produção, com aumento de 4,1%.

E mesmo com queda de 2,8% na produção geral, o Brasil ainda produziu 10,2 milhões de toneladas de papel neste período e está entre os maiores produtores de papel do mundo. Veja a tabela abaixo, para termos uma ideia da produção mundial de papel.

Tabela 1 - Ranking dos maiores produtores de papel no mundo em 2020

País	Produção (10 ⁶ t)	% da produção
China	117,2	29,2%
Estados Unidos	66,2	16,5%
Japão	22,7	5,7%
Alemanha	21,3	5,3%
Índia	17,3	4,3%
Coreia do Sul	12,0	3,0%
Indonésia	12,0	3,0%
Brasil	10,2	2,5%
Rússia	9,5	2,4%
Suécia	9,3	2,3%

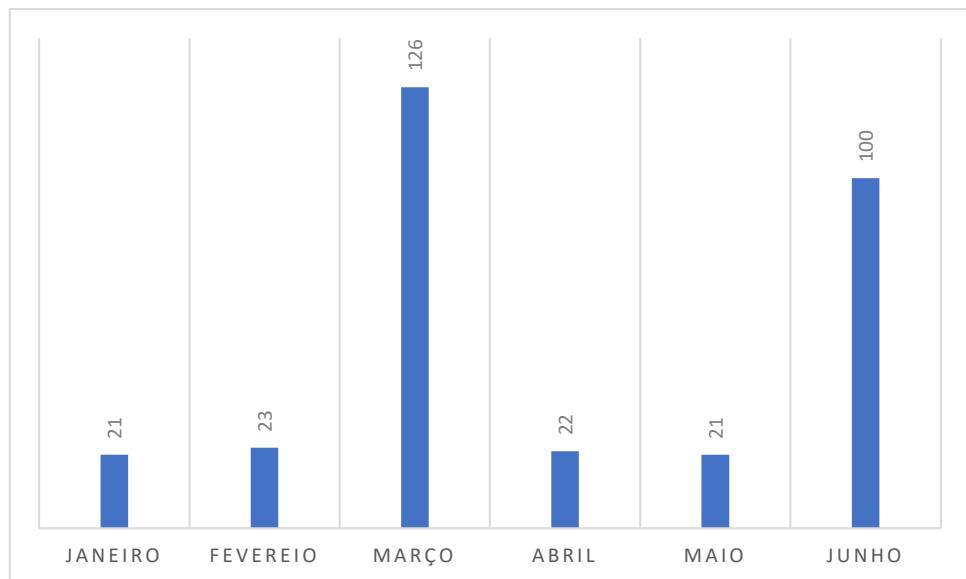
Fonte: IBÁ (2021) e FAO (2021)

Toda essa produção nos leva a refletir sobre a quantidade de lixo que é produzida no Brasil e em todo o mundo com todo esse material produzido, utilizado e em grande parte descartado.

5. CONSUMO DE PAPEL SULFITE A4 EM UMA ESCOLA DE PEQUENO PORTE

Em uma escola de pequeno porte, com cerca de 300 alunos, quantas resmas de papel sulfite A4 são consumidas por dia? Essa pergunta é norteadora, pois poderemos fazer essa estimativa e modelar para escolas de médio ou grande porte. Veja abaixo, o gráfico mostrando a quantidade de resmas de papel sulfite A4 que foram consumidas por mês, de janeiro a junho de 2022.

Gráfico 2- Consumo mensal de resmas de papel sulfite A4 de janeiro a junho de 2022



Fonte: os autores

Em janeiro de 2022 foram consumidas 21 resmas, o que dá um total de 10.500 (21 x 500) folhas de papel sulfite neste mês, e uma média de 350 folhas por dia (se considerarmos todos os dias do mês). Perceba que no mês de março esse número cresceu para 126 resmas ou 6.3000 folhas no mês, esse fato ocorre por ser um mês de atividades avaliativas. Notamos que o número cresce também no mês de junho, onde ocorre as avaliações do 2º bimestre.

Em 6 meses foram consumidas 313 resmas de papel sulfite A4, que representa um total de 156.500 (313 x 500) folhas nesse período. Neste exemplo é possível termos uma ideia da quantidade de papel consumido em uma escola de grande porte com 1.500 alunos, por exemplo. Fazendo uma regra de três simples:

Alunos	Resmas
300	313
1500	r
300.r = 1500 . 313	
300r = 469500	
r = 469500/300	
r = 1565 resmas	

Em uma escola com 1500 alunos seriam consumidas 1565 resmas de papel de escritório/escolar, sulfite A4 em 6 meses.

6. O QUE FAZER COM O PAPEL DESCARTADO NAS ESCOLAS?

Quando falamos do lixo produzido especificamente pelas escolas, certamente o primeiro material a ser lembrado é o papel, por ser usado basicamente em todas as atividades do meio educacional.

O papel é um dos produtos mais consumidos no Brasil e no mundo, inclusive nas atividades educacionais e administrativas. Na administração pública é um dos principais recursos naturais consumidos, em especial o papel sulfite A4 (Dias, 2014).

As escolas brasileiras em sua maioria não têm um fim renovável para o papel descartadas após as provas, apresentação de trabalho ou cartazes de avisos. Neste sentido Trindade (2011), diz que,

Por ser parte integrante da sociedade e co-responsável pela sua transformação, torna-se necessário que a escola ofereça meios para que seus alunos participem se manifestem, criando a sua consciência crítica e comprometida com o meio ambiente. Os educadores têm um papel fundamental na inserção da Educação Ambiental.

A questão ambiental é relevante pois, para se produzir uma tonelada de papel são necessários, aproximadamente, a derrubada de 20 eucaliptos e sua produção industrial é feita pelo processo Kraft, que produz resíduos altamente poluidores, como compostos clorados (CASTRO, 2009).

Teixeira (2007), traz algumas recomendações para a economia de papel nas escolas, como, revisar atividades na tela do computador antes de imprimir, reduzir as margens, priorizando fontes menores e utilização de impressão frente e verso. Quando possível pode-se ainda utilizar meios digitais para realização de atividades.

Mesmo com todas essas recomendações teríamos papeis descartados, e o que fazer com esse papel? A alternativa principal é a reciclagem! Que pode ser feita em pequena ou em grande escala. Uma opção é a reciclagem do papel de escrito/escolar em matéria prima

reciclada e reutilizada. Onde essa matéria prima poderia de utilizada na confecção de pastas para documentos, convites e artesanatos em geral. Veja abaixo um esquema alternativo, para a reciclagem de papel.

Figura 4- Processo de transformação do papel de escritório/escolar em matéria prima



Fonte: Sousa (2019)

7. TRANSFORMAÇÃO DO PAPEL DE ESCRITÓRIO/ESCOLAR EM MATERIA PRIMA

Esse processo se dá basicamente com o aproveitamento fibras celulósicas de papeis. Essas fibras são aquelas composta predominantemente de celulose, que é um carboidrato abundante nos vegetais e é a matéria prima principal na fabricação do papel.

O papel de escritório por ser feito de fibras pequenas e resistentes e por isso é o mais utilizado para reciclagem (CEMPRE, 2022). E nesse contexto o que mais se utiliza nas escolas.

Para esse processo serão necessários alguns materiais para confecção da tela de reciclagem, como 04 pedaços de madeiras de mesmo tamanho (deve-se ficar atendo ao diâmetro do recipiente utilizado), 01 tecido de poliéster 44 fios, no tamanho desejado, tesoura, grampeador rocama e 01 esquadro.

Figura 5 - Pedaços de madeira e esquadro



Fonte: Os autores

Figura 6 – Quadrado de madeira



Fonte: Os autores

Figura 7 - Aplicação do tecido de poliéster



Fonte: Os autores

Figura 8 – Tela pronta



Fonte: Os autores

Com a tela pronta, seguiremos para as etapas do processo de transformação do papel de escritório/escolar em matéria prima.

-  **1** Nesta etapa deve-se armazenar/selecionar o papel de escritório/escolar, evitando a mistura com outros papeis que não serão utilizados no processo, em especial os coloridos.

-  **2** Nesta etapa deve-se reduzir o tamanho do papel e inseri-lo na água, quanto menor os pedaços de papel mais fácil será a Trituração.

Figura 94 – Papel picado



Fonte: Os autores

3 Nesta etapa deve-se colocar o papel de molho em água limpa por no mínimo 24 horas. Não tenha pressa nesta etapa, quanto mais tempo o molho, melhor será para a Trituração.

Além de uma boa Trituração tem-se uma pasta celulósica de melhor qualidade e assim, um papel mais flexível.

Figura 105 - Papel de molho



Fonte: Os autores



Nesta etapa deve-se triturar o papel picado ainda úmido. Pode ser usado um liquidificador doméstico ou industrial nesta etapa.

Figura 61 - Trituração do papel



Fonte: Os autores

5 Nesta etapa, após a Trituração, deve-se manusear o papel triturado no recipiente, para que se tenha uma mistura homogênea.

6 Nesta etapa, deve-se fazer a retirada da pasta celulósica com a tela. Mergulhe a tela completamente na pasta e retire devagar.

Figura 12 - Retirada da pasta celulósica

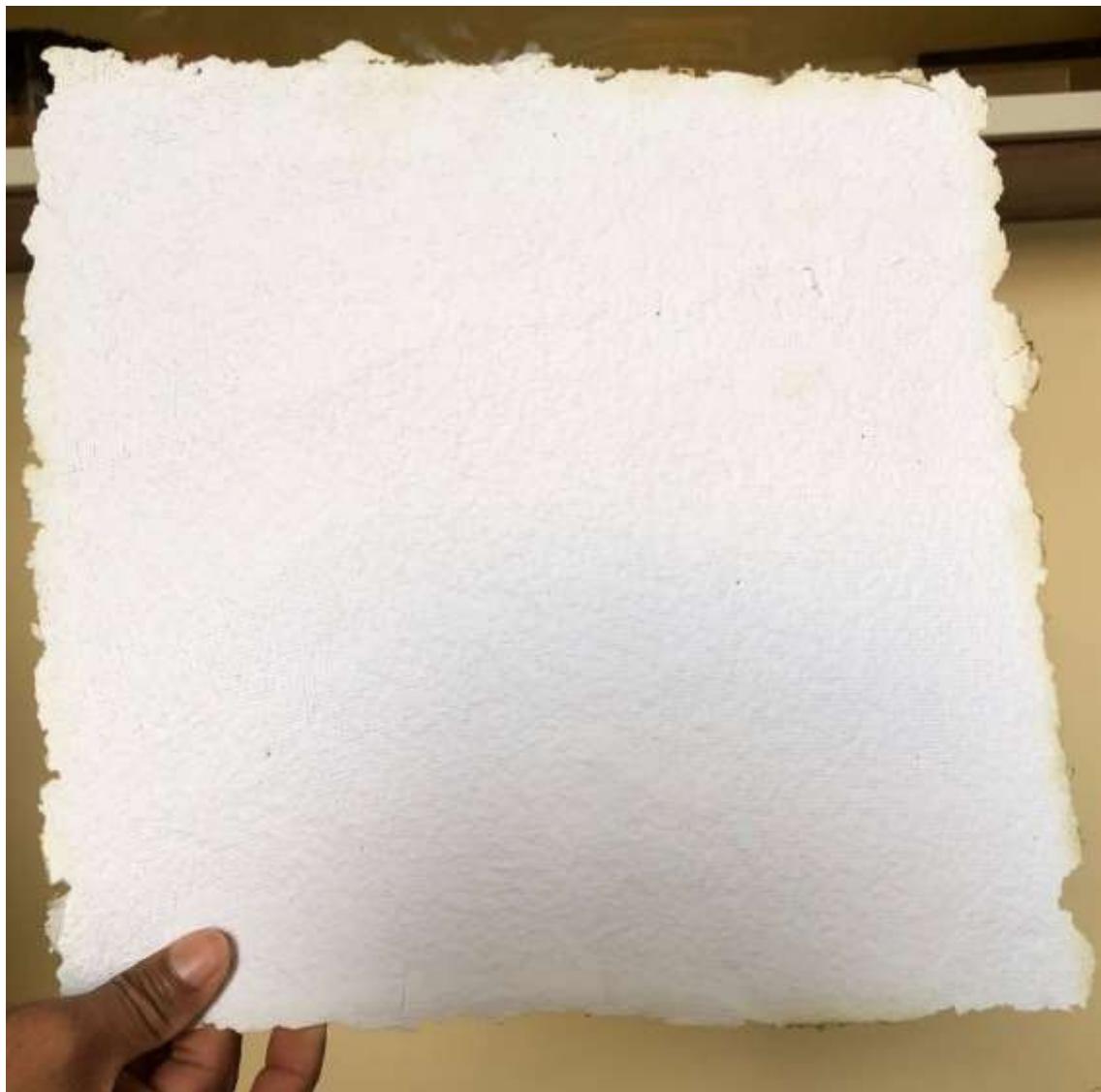


Fonte: Os autores

> Resultado

Como resultado temos um papel reciclado parecido com o papel Vergê, que pode ser utilizado de várias maneiras dentro do ambiente escolar.

Figura 13 - Papel reciclado



Fonte: Os autores

Com esse papel pode feito envelopes, cartazes e artesanatos em geral. Em seguida mostraremos um envelope feito com papel reciclado

Materiais: molde de envelope, papel reciclado, esquadro, canetinha e tesoura.

Figura 14 – Materiais



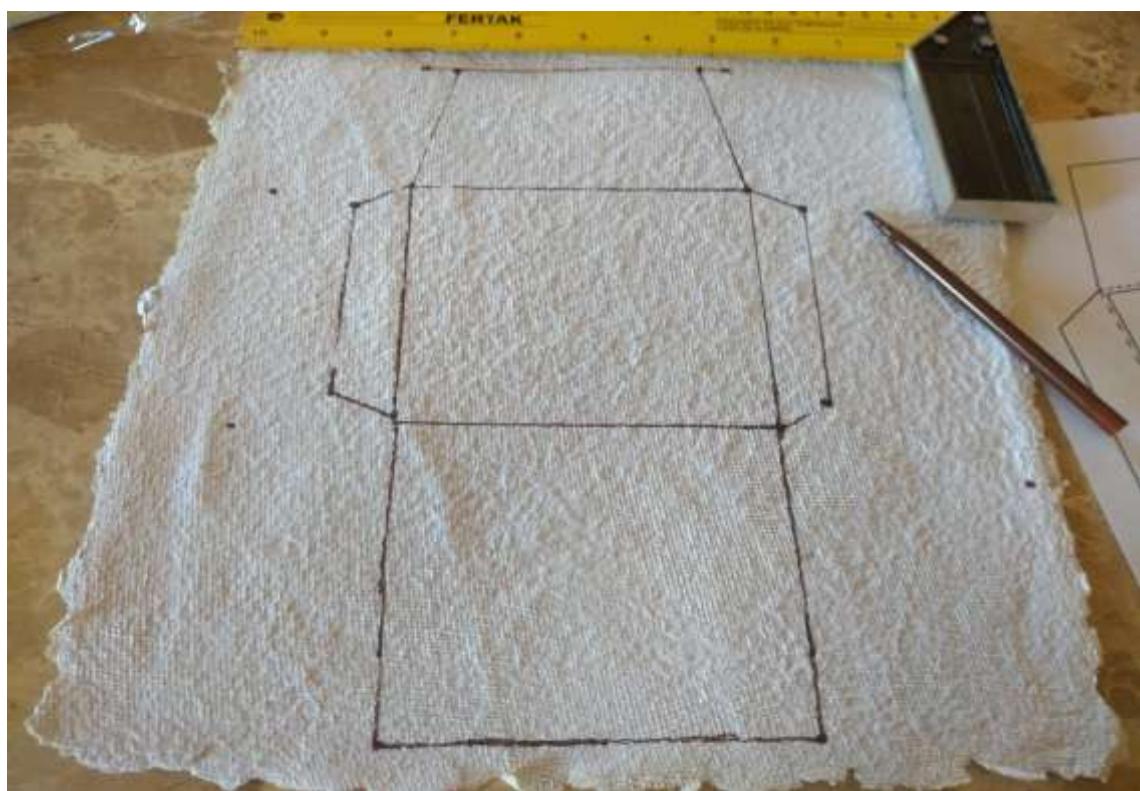
Fonte: Os autores

Figura 15 – Desenhando o envelope



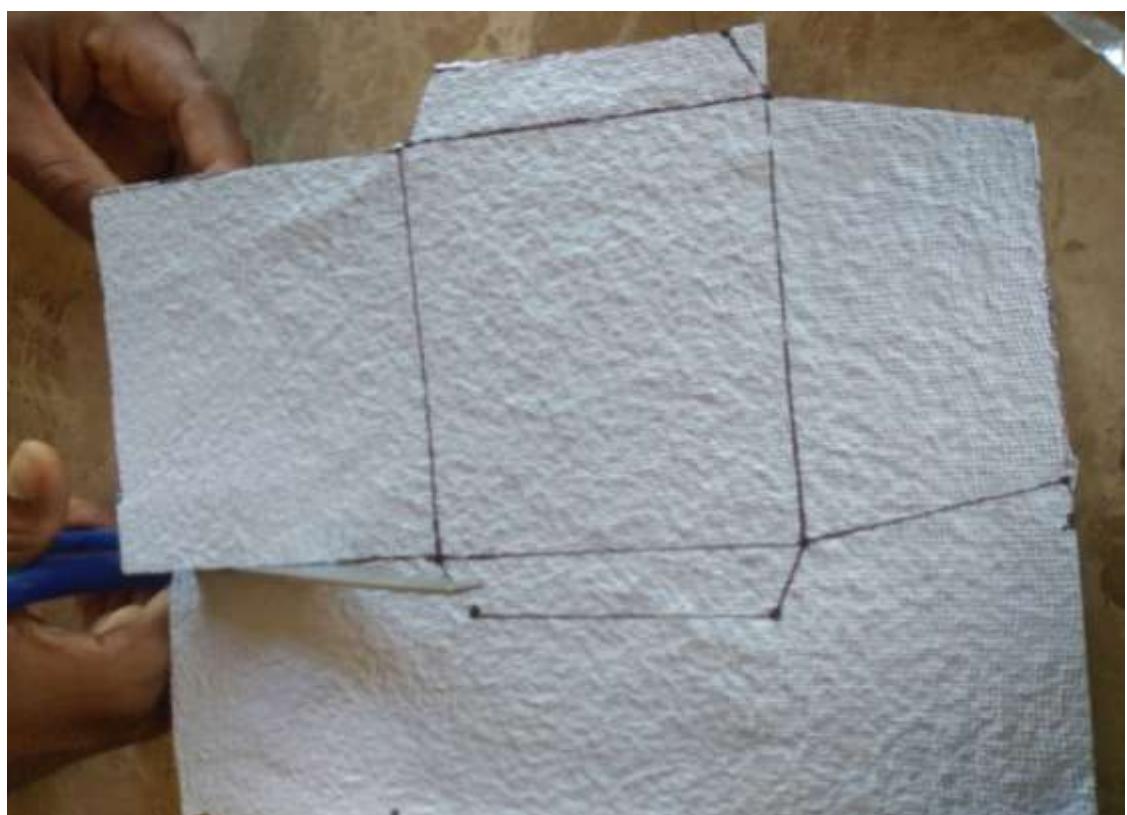
Fonte: Os autores

Figura 16 - Desenho pronto



Fonte: Os autores

Figura 17 - Recorte do papel



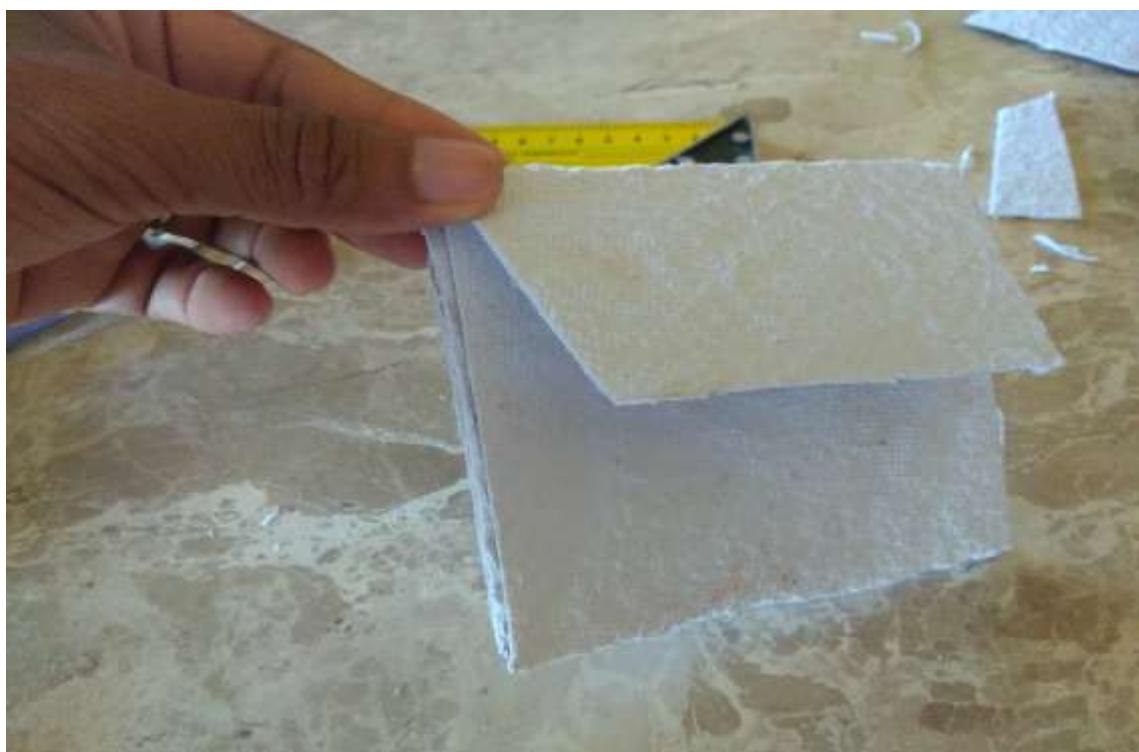
Fonte: Os autores

Figura 18 - Recorte pronto



Fonte: Os autores

Figura 19 – Envelope pronto



Fonte: Os autores

8. SOBRE OS AUTORES



Israel Pereira

Possui graduação em Ciências da Natureza e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - UFPA. É especialista em Ensino de Matemática, pelo Centro Universitário Leonardo Da Vinci - UNIASSELVI, e especialista em Educação Especial pelo Centro Universitário Leonardo Da Vinci - UNIASSELVI. Cursa Mestrado Profissional em ensino de Matemática pela Universidade do Estado do Pará- UEPA. Atualmente é professor de Matemática da Prefeitura Municipal de Parauapebas-PA e Rede Estadual de Ensino do Estado Pará. Tem experiência na área de Matemática e Ciências Naturais.



Fábio José da Costa Alves

Possui Licenciatura em Matemática pela União das Escolas Superiores do Pará- UNESPA, Licenciatura em Ciências de 1º Grau pela União das Escolas Superiores do Pará -UNESPA, graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará, Mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará, Doutorado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará e Pós-Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade do Estado do Pará, Docente do Mestrado em Educação/UEPA e Docente do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática/UEPA. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática/UEPA. Líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Matemática e Tecnologias e Vice líder do Grupo de Pesquisa em Cognição e Educação Matemática da UEPA. Está atuando no desenvolvimento de software educativo para o ensino de matemática. Têm experiência em Educação Matemática e matemática aplicada. Tem experiência na área do ensino a distância. Tem experiência em Geociências, com ênfase em Geofísica Aplicada, nos temas: deconvolução, filtragem com Wiener, atenuação e supressão de múltiplas.

9. REFERÊNCIAS

- BERNHARDT, Eduardo. Papel: história, composição, tipos, produção e reciclagem. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: Acesso em: 10 out.2020.
- CASTRO, Heizir F. de. Papel e celulose. Processos Químicos Industriais II. Apostila 4. Escola de Engenharia de Lorena-EEL. 2009.
- DIAS, Taís. Diagnóstico do consumo de papel a4: o caso do Instituto Federal Minas Gerais – Campus Governador Valadares. Belo Horizonte – MG, V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2014.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online data FAOSTAT. Disponível em:: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> . Acesso em 10 mai. de 2022.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual IBÁ 2021. Disponível em:: <https://www.iba.org/publicacoes/relatórios>. Acesso em 10 mai. de 2022.
- IEA - International Energy Agency. Energy TechnologyPerspectives 2017. Disponível em:: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>. Acesso em 10 mai. de 2022.
- LEOCÁCIO, Rodrigo. Tipos de papeis. Futura Express, Belo Horizonte, 2 de ago. de 2016. Disponível em: <https://www.futuraexpress.com.br/blog/tipos-de-papel/>. Acesso em 24 de jun. de 2022.
- Papiro mais antigo do Egito é exposto pela primeira vez. Veja, São Paulo, 15 de jul. de 2016. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/papiro-mais-antigo-do-egito-e-exposto-pela-primeira-vez-2/>. Acesso em: 01 de jul. de 2022.
- Pulp and Paper Institute Center – PPIC: disponível em www.ppic.org.uk. Acesso em 20 mar 2001.
- SOUZA, Cleudes Pereira de. Oficina de reciclagem de papel como instrumento para despertar a consciência ambiental em alunos de uma escola estadual de Areia Preta. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Salvador, Mestrado profissional em planejamento ambiental, Salvador, p. 28, 2019.
- TEIXEIRA, A.C. 2007. Educação ambiental: caminho para a sustentabilidade. Revista Brasileira de Educação Ambiental, 2: 21-29.

TRINDADE, Naiane Almeida Dias. Consciência ambiental: Coleta seletiva e reciclagem no ambiente escolar. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico, Goiania, vol. 7, N. 12; 2011, p. 1.