

## MATEMÁTICA E SUSTENTABILIDADE: UM PROJETO DE INTERVENÇÃO PARA PLANEJAMENTO E PRODUÇÃO DE PRODUTOS COM PAPEL RECICLADO

*Thatiane Marques Nogueira Araújo*  
*Secretaria de Estado de Educação de*  
*Minas Gerais*  
*(professora de Educação Básica)*

*Deive Ciro de Oliveira*  
*Universidade Federal de Alfenas*  
*(orientador)*

### RESUMO

Neste artigo temos como objetivo o planejamento e aplicação do processo reciclagem de papel como atividade prática a ser realizada em sala de aula e a produção de produtos sustentáveis a partir do papel reciclado. O projeto de intervenção será desenvolvido com estudantes do 2º ano do ensino médio em etapas de planejamento e produção de produtos sustentáveis a partir do papel. As atividades envolvem as disciplinas de Matemática e Criações, Sustentabilidade e Tecnologias (CST), e também contempla outras disciplinas podendo ser visto como um projeto multidisciplinar. Foi realizado um estudo estatístico para determinar a quantidade média de folhas de papel utilizadas por professor em um período específico de tempo, com por exemplo, um bimestre letivo. A partir de então, foi possível fazer uma estimativa da quantidade de papel gasta pelos professores em um ano letivo para a elaboração de atividades para os estudantes. Este papel será a matéria prima a ser utilizada no processo de reciclagem, tendo como produto final uma caixinha confeccionada com papel reciclado. A caixinha terá como área limite o tamanho de uma folha de papel A4, portanto todos os cálculos envolvidos levarão em consideração esta condição. Em seguida, foi possível determinar a eficiência do processo de reciclagem, com isso chegamos em uma função composta que determinava a quantidade de caixinhas produzidas em função da quantidade de folhas arrecadadas nos pontos de coleta espalhados pela escola. Podemos concluir que este projeto possui uma abordagem pedagógica que pode tornar o ensino médio mais envolvente e relevante para os alunos, além de desenvolver habilidades fundamentais que serão valiosas em suas vidas futuras. Além disso, permite que os alunos apliquem conceitos matemáticos a situações do mundo real. Isso ajuda a tornar os exemplos matemáticos mais compreensíveis, pois os alunos veem como os conceitos são relevantes e úteis na resolução de problemas do cotidiano.

**Palavras-Chave:** Reciclagem. Matemática. Projeto.

**MATH AND SUSTAINABILITY: THE MANAGEMENT AND PRODUCTION OF RECYCLED PAPER PRODUCTS APPLIED ON ENVIRONMENTAL TEACHING**

*Thatiane Marques Nogueira Araújo*  
*Secretaria de Estado de Educação de*  
*Minas Gerais*  
*(professora de Educação Básica)*

*Deive Ciro de Oliveira*  
*Universidade Federal de Alfenas*  
*(orientador)*

**ABSTRACT**

In this article, we aim to plan and apply the paper recycling process as a practical activity to be carried out in the classroom and the production of sustainable products from recycled paper. The intervention project will be developed with students of the 2nd year of high school in stages of planning and production of sustainable products from paper. The activities involve the disciplines of Mathematics and Creations, Sustainability and Technologies (CST), and also include other disciplines and can be seen as a multidisciplinary project. A statistical study was carried out to determine the average amount of sheets of paper used by a teacher in a specific period of time, such as a two-month period. From then on, it was possible to estimate the amount of paper used by teachers in a school year to prepare activities for students. This paper will be the raw material to be used in the recycling process, with a box made from recycled paper as the final product. The box will have an area limited to the size of an A4 sheet of paper, so all the calculations involved will take this condition into account. Then, it was possible to determine the efficiency of the recycling process, with this we arrived at a composite function that determined the amount of boxes produced as a function of the amount of leaves collected at the collection points around the school. We can conclude that this project has a pedagogical approach that can make secondary education more engaging and relevant for students, as well as developing fundamental skills that will be valuable in their future lives. In addition, it allows students to apply mathematical concepts to real-world situations. This helps make mathematical examples more understandable, as students see how concepts are relevant and useful in solving everyday problems.

**Keywords:** Recycling. Mathematics. Project.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. SUSTENTABILIDADE**

A inclusão dos termos reciclar, economizar e proteger os recursos naturais são abordados em debates e discussões pelo mundo afora.

Movimentos pela preservação do meio ambiente se deram em nível mundial na década de 1960, com a publicação do livro de Rachel Carson em 1962, “A Primavera Silenciosa”, que fez um alerta sobre o uso agrícola de pesticidas químicos sintéticos. (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020). Em seu livro, a escritora Carson destacou a necessidade de respeitar o ecossistema em que vivemos para proteger a saúde humana e o meio ambiente.

Em 1972, a ONU realizou a primeira conferência sobre o meio ambiente humano, denominada: “United Nations Conference on the Human Environment”, tendo como principais produtos a publicação dos documentos: “The Limits to Growth”, em 1972 e “Relatório Brundtland”, também conhecido como “Our common future”, em 1987 (SARTORI et al., 2014, *apud* COSTA, 2019), que utiliza e defende pela primeira vez o conceito de “desenvolvimento sustentável”, entendido como “aquele que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades”.(SANTILLI, 2005). A partir daí, vários debates envolvendo economia, sociedade e meio ambiente passaram a ser pauta de inúmeros debates e estudos subsequentes.

No Brasil, o ambientalismo passou a ter maior expressão a partir da década de 1970, sob a influência da Conferência de Estocolmo (1972) e do início do processo de liberalização política. As ações iniciais estavam voltadas para a denúncia e a conscientização sobre a degradação ambiental. As reflexões e práticas voltadas para o Desenvolvimento Sustentável ganharam maior visibilidade com a realização da Rio-92.

A partir deste evento, o movimento ambientalista brasileiro passou a situar-se num espaço multissetorial, interagindo melhor internamente e também com entidades internacionais.

A sustentabilidade é um tema muito importante e atual, pois trata-se de um movimento em busca do desenvolvimento da sociedade de forma que não se esgotem os recursos naturais, por isso torna-se cada vez mais necessário abordar o tema nas escolas, tornando o avanço sustentável do planeta uma pauta recorrente na vida dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento que define as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes brasileiros em cada etapa da Educação Básica. Desde sua implementação em 2018, a BNCC tem sido vista como uma importante ferramenta para a promoção da sustentabilidade no país.

A sustentabilidade, definida pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), consiste na capacidade de suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem suas próprias necessidades. De acordo com a Agenda 2030, proposta pela ONU, principalmente no que tange o ODS 4 – Educação de Qualidade até 2030, a meta é garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação que contemple estilos de vida saudáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global, valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a BNCC apresenta uma série de orientações e sugestões para as escolas trabalharem essa temática de forma transversal. Em primeiro lugar, a BNCC aponta para a necessidade de um currículo integrado, que dialogue com as questões locais e globais e promova uma compreensão ampla e crítica sobre a sustentabilidade. Segundo o documento, isso pode ser feito por meio da contextualização dos conteúdos, da promoção do diálogo com diferentes setores da sociedade e da utilização de metodologias ativas e interdisciplinares.

Além disso, a BNCC destaca a importância do desenvolvimento de competências socioemocionais, como empatia, solidariedade e responsabilidade, que são fundamentais para o exercício da cidadania e para a promoção da sustentabilidade. Essas competências estão presentes em todos os componentes curriculares e devem ser trabalhadas de forma articulada.

Outro ponto importante da BNCC em relação à sustentabilidade é a valorização da diversidade cultural e ambiental. O documento destaca a importância de promover o conhecimento e o respeito às diferentes culturas e modos de vida, bem como valorizar a biodiversidade e os recursos naturais, buscando formas de utilização sustentável e preservação.

Por fim, a BNCC também aponta para a importância de se trabalhar a sustentabilidade em todas as etapas da Educação Básica, de forma progressiva e

adequada à faixa etária dos estudantes. Isso significa que, desde a Educação Infantil o tema deve ser abordado.

## **1.2. RECICLAGEM DE MATERIAL**

A reciclagem de materiais no mundo é uma prática cada vez mais relevante e necessária para a preservação do meio ambiente. Com a crescente demanda por recursos naturais e o aumento da produção de resíduos, torna-se imprescindível encontrar soluções sustentáveis para o descarte e reaproveitamento de materiais. A reciclagem tem um papel fundamental nesse contexto, pois permite a redução na extração de matéria-prima, o que contribui para a conservação dos recursos naturais e a minimização dos impactos ambientais.

No Brasil, a reciclagem ainda é um desafio a ser superado. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE,2020), apenas cerca de 3% dos resíduos gerados no país são reciclados. A Abrelpe e o Instituto Federal de Santa Catarina (2022) destacam que em outros países temos modelos importantes do uso eficiente dos recursos naturais, e o Brasil fica muito abaixo dos campeões mundiais da reciclagem, em que a Alemanha é considerada um dos países mais eficazes no tratamento de lixo com 60% de reciclagem. Outros países como Coreia do Sul (59%), Áustria (58%), Eslovênia (58%), Bélgica (55%), Holanda (51%), Suíça (50,5%) e Suécia (49%) são também referências no tratamento de lixo e conseguem, inclusive, gerar empregos por meio da reciclagem segura.

## **1.3. RECICLAGEM DE PAPEL**

No Brasil, a produção de papel tem sido uma importante fonte de renda e desenvolvimento econômico para o país. A produção de papel utiliza principalmente a celulose como matéria-prima, que é extraída de árvores cultivadas em plantações de eucalipto. De acordo com uma publicação conjunta da EPE (Empresa de Pesquisa Energética) e da IEA (*International Energy Agency*), com contribuição da IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores) em 2022, que apresenta um breve panorama da indústria de Papel e Celulose no Brasil e no mundo, observa-se que dez países nesse segmento são considerados como principais produtores mundiais de celulose, sendo juntos responsáveis, em 2020, por cerca de 83% da produção mundial (IBÁ, 2021), conforme Tabela 1. Segundo dados da FAO (*Food and Agriculture Organization,2021*), em 2020 a produção mundial de papel foi de 518,4 milhões de toneladas.

Tabela 1 — Ranking dos maiores produtores de celulose no mundo em 2020

| País      | Produção (10 <sup>6</sup> t) | % da produção |
|-----------|------------------------------|---------------|
| EUA       | 50,9                         | 27,4%         |
| BRASIL    | 21,0                         | 11,3%         |
| CANADÁ    | 15,4                         | 8,3%          |
| CHINA     | 14,9                         | 8,0%          |
| SUÉCIA    | 12,0                         | 6,5%          |
| FINLÂNDIA | 10,5                         | 5,7%          |
| RÚSSIA    | 8,8                          | 4,7%          |
| INDONÉSIA | 8,4                          | 4,5%          |
| JAPÃO     | 7,2                          | 3,9%          |
| CHILE     | 5,2                          | 2,8%          |

Fonte: IBÁ (2021) e FAO (2021).

Além da celulose, a produção de papel requer grandes quantidades de água e energia, o que pode aumentar consideravelmente os custos de produção. Sendo assim, a reciclagem é uma alternativa muito mais sustentável e economicamente viável para o processo de produção do papel. Ao escolher a reciclagem, promove-se o uso inteligente dos recursos naturais e reduz a pressão sobre o capital natural - um pilar da economia circular.

Felizmente, esse setor tem um histórico positivo em logística reversa, alcançando a impressionante marca de 70,3% de taxa de reciclagem em 2020 (IBÁ, 2021), representando um aumento significativo em relação ao ano anterior, conforme mostra a Tabela 2. Isso é ainda mais impressionante quando consideramos que a média global de reciclagem de papel é de apenas 59,1% (ICFPA, 2021).

Na Tabela 2, é apresentado o consumo de aparas no processo de reciclagem. Todo papel coletado e que é destinado a este processo, recebe o nome de aparas, ou seja, são as sobras de papel oriundas da coleta seletiva. De acordo com Grigoletto (2011), o termo apara surgiu para designar as rebarbas do processamento do papel em fábricas e em gráficas e passou a ter uma abrangência maior, designando, como já foi dito, todos os papéis coletados para serem reciclados.

Tabela 2 — Consumo de aparas, consumo aparente de papéis recicláveis e taxa de recuperação do setor de Papel e Celulose no Brasil.

|                                       | 2019  | 2020  |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Consumo de aparas (mil t)             | 4,884 | 4,936 |
| Consumo de papéis recicláveis (mil t) | 7,384 | 7,018 |
| Taxa de recuperação                   | 66,1% | 70,3% |

Fonte: IBÁ(2021).

No entanto, ainda há desafios a serem superados para garantir o aumento da reciclagem de papel no Brasil. É necessário investir em tecnologias mais avançadas, além de promover a conscientização e o engajamento da população para separar corretamente os resíduos.

#### 1.4. OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS

Os benefícios da reciclagem para o meio ambiente são inúmeros, como contribuir para a redução da poluição, economia de recursos naturais, diminuição da quantidade de lixo nos aterros sanitários e consequentemente a preservação do meio ambiente. Além disso, a reciclagem também tem um papel importante na economia, gerando empregos diretos e indiretos melhorando a qualidade de vida da população. (Instituto Federal de Santa Catarina, 2022).

De acordo com Rufato (2016), a reciclagem do papel é tão importante quanto a sua fabricação, pois cerca de 50 kg de papel reciclado evitam o corte de uma árvore e o consumo de água no processo de reciclagem é em torno de 98% menor. Além disso, o papel pode ser reciclado em média até três vezes, ou seja, até perderem a fibra. Sendo assim, o padrão de qualidade do material reduz a cada ciclo de uso-descarte-recuperação.

De acordo com a Tabela 3, podemos fazer uma estimativa do consumo de matéria prima para a produção de uma tonelada de papel e a produção de uma tonelada de papel reciclado, lembrando que esses dados são aproximados e podem variar dependendo do processo de produção e reciclagem específico em diferentes indústrias. No entanto, a tabela fornece uma ideia geral das diferenças significativas entre a produção de papel novo e papel reciclado em termos de consumo de recursos naturais. Percebemos que a reciclagem de papel pode reduzir o impacto ambiental, conservando árvores, água e energia elétrica.

Tabela 3 — Consumo de matéria prima na produção de papel x produção de papel reciclado

| <b>Matéria prima</b>        | <b>Papel Novo (por tonelada)</b> | <b>Papel Reciclado (por tonelada)</b> |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Árvores de Eucalipto</b> | 50 a 60                          | -                                     |
| <b>Água</b>                 | 100 mil litros                   | 2 mil litros                          |
| <b>Energia Elétrica</b>     | 5 mil kW/h                       | 1 a 2 mil kW/h                        |

Fonte: Autora (adaptado de RUFATO,2016).

Segundo Rufato (2016), o papel reciclado pode ser aplicado em caixas de papelão, sacolas, embalagens para ovos, bandejas para frutas, papel higiênico, cadernos e livros, material para escritório, envelopes, papel para impressão, entre outros usos.

### 1.5. CONTEXTO DO TRABALHO

O presente artigo irá abordar a sustentabilidade nas escolas através da reciclagem de papel, por se tratar de uma prática simples e eficiente que pode ser realizada no próprio ambiente escolar. A coleta seletiva de papel nas salas de aula e áreas comuns, além de contribuir para o meio ambiente, também incentiva a formação de cidadãos mais conscientes em relação ao seu papel na sociedade.

Ao reciclar o papel, o aluno aprende a responsabilidade ambiental e social. Com a produção de um novo produto a partir do papel reciclado, temos uma nova oportunidade de contribuir para a economia circular, em que os resíduos viram matéria-prima novamente.

Além disso, a reciclagem de papel também pode ser abordada como uma forma de empreendedorismo sustentável. Muitas empresas têm surgido no mercado a partir da reciclagem de materiais, como papelão, plásticos e vidros. Essas empresas promovem a sustentabilidade e geram empregos para a população local.

Desse modo, a reciclagem de papel se torna uma atividade importante não só para o meio ambiente, mas também para a educação dos alunos. Ao trabalhar com a reciclagem de papel em sala de aula, é possível conscientizar os alunos sobre a importância da preservação do meio ambiente, promovendo uma mudança de comportamento em relação ao consumo consciente dos recursos naturais.

Desta forma, é essencial que se possa incluir oficinas de reciclagem nas propostas de ensino, por meio de atividades práticas que estabeleçam uma abordagem metodológica que reforcem a ligação entre a teoria e a prática (BARTZIK & ZANDER, 2017 *apud* MUNHOZ *et al*, 2020 ).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Este artigo tem como objetivo a elaboração de um Projeto de Intervenção a ser aplicado na Escola Estadual Doutor João Eugênio de Almeida, localizada na cidade de Poços de Caldas, região Sul de Minas Gerais.

O projeto será desenvolvido com 14 estudantes do 2º ano do ensino médio, entre junho e dezembro de 2023, em etapas de planejamento e produção de produtos sustentáveis a partir do papel. As atividades envolvem as disciplinas de Matemática e Criações, Sustentabilidade e Tecnologias (CST), e também contempla outras disciplinas podendo ser visto como um projeto multidisciplinar e cumpre a exigência do Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Modelagem Matemática e Estatística na Educação, oferecida pela UNIFAL-MG e com parceria da Secretaria Estadual de Educação (SEE-MG).

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **2.2.1. PLANEJAMENTO: LEVANTAMENTO DE DESCARTE PAPEL**

Determinar a quantidade média de folhas de papel utilizadas por professor em um período específico como por exemplo, um bimestre e assim estimar o gasto anual com a impressão de atividades.

Propor recomendações para otimizar o uso de papel na escola, através de estratégias como reciclagem e reutilização.

#### **2.2.2. PLANEJAMENTO: PROJETO DO PRODUTO CAIXA**

Aplicar conceitos matemáticos práticos: utilizando as medidas e geometria aprendidas em sala de aula para projetar e construir uma caixinha. Isso envolve o cálculo de dimensões, áreas, limites e ângulos.

Estimular a criatividade: Encorajar os alunos a pensar de forma criativa e inovar ao projetar a caixinha, buscando diferentes formas, tamanhos e desenhos.

Promover a sustentabilidade: Explorar o conceito de reciclagem e a importância de usar materiais reciclados para a preservação do meio ambiente.

#### **2.2.3. PLANEJAMENTO: DE PRODUÇÃO**

Estímulo à criatividade: A confecção da caixinha com papel reciclado pode ser uma oportunidade para estimular a criatividade dos alunos, incentivando-os a pensar em novas formas de reutilização e transformação de materiais.

Aprendizado do processo de reciclagem: Os alunos poderão aprender sobre o processo de reciclagem de papel, desde a coleta seletiva até a produção do papel reciclado, compreendendo as etapas envolvidas e sua importância para o ciclo sustentável.

Analisar custos e orçamentos: Calcular a quantidade de papel reciclado necessária para a preparação da caixinha e estimar os custos envolvidos, ajudando os alunos a entenderem conceitos de finanças básicas.

Reforçar a importância da precisão: Destacar a importância de medidas precisas e cálculos corretos para garantir que a caixinha seja montada de forma adequada e funcional.

#### **2.2.4. EXECUÇÃO**

A metodologia, na perspectiva qualitativa, irá orientar o desenvolvimento das habilidades dos estudantes, bem como a organização do espaço, separação de insumos necessários como o papel e a água, assim como a utilização de ferramentas para a execução dos trabalhos (como os utensílios básicos e necessários para o processo de reciclagem) a fim de ensinar um método de reciclagem de papel.

No processo de reciclagem artesanal serão utilizados:

- Papel descartado em bom estado papel A4 na sala de aula e na secretaria da unidade escolar;
- bacias comuns;
- telas de nylon com moldura de madeira;
- 8 esponjas;
- 4 panos de chão de tecido;
- vários pedaços de TNT cortados no tamanho das telas de nylon;
- 4 tesouras;
- 1 balde para colocar o papel de molho;
- pregadores;
- 1 balança de cozinha para pesar o papel.

A estrutura física será organizada em uma sala de aula, com:

- 1 liquidificador

- 1 mesa grande;
- 1 estante com prateleiras para colocar as telas para secar;
- barbante para fazer um varal;
- 2 sacos para organizar materiais.

De posse do papel reciclado, os estudantes partem para a etapa final do projeto que será a confecção de uma caixa. Esta deverá ter como limite de área o tamanho da folha reciclada. Outras limitações também poderão ser impostas aos alunos para a produção desta caixa, como, por exemplo, exigir o máximo de economia de material, limitar o tamanho para a caixa, ou ainda, solicitar que os estudantes não apenas idealizem a embalagem, mas que explicitem os aspectos de sustentabilidade e a tecnologia necessária para que a embalagem se concretize. Também incluirá cortar, dobrar e colar o papel reciclado de acordo com as especificações do projeto e os alunos poderão decorar e personalizar as caixinhas de acordo com sua criatividade.

### **3. RESULTADOS**

A seção de resultados deste estudo sobre reciclagem de papel na Escola Estadual Doutor João Eugênio de Almeida oferece uma análise abrangente das descobertas e resultados obtidos ao longo do projeto. Como mencionado anteriormente, o estudo se concentrou em avaliar o impacto da reciclagem de papel na escola, desde a análise do consumo de papel até a criação de um projeto prático envolvendo a transformação desse material reciclado em caixas sustentáveis. Nesta seção, apresentamos uma visão geral das principais etapas do projeto e destacamos os principais resultados, que serão divididos em Resultados Esperados, onde são apresentados todos os cálculos envolvidos e realizados durante as etapas do projeto e Resultados Obtidos, onde são apresentadas as experiências e dificuldades enfrentadas pelos alunos durante o projeto. É importante observar que, no momento da redação deste artigo, a etapa final do projeto, que envolve a fabricação e personalização das caixinhas sustentáveis a partir do papel reciclado, ainda não foi concluída. Os alunos estão atualmente envolvidos na fase de criação do papel reciclado, conforme detalhado nas descrições anteriores deste artigo.

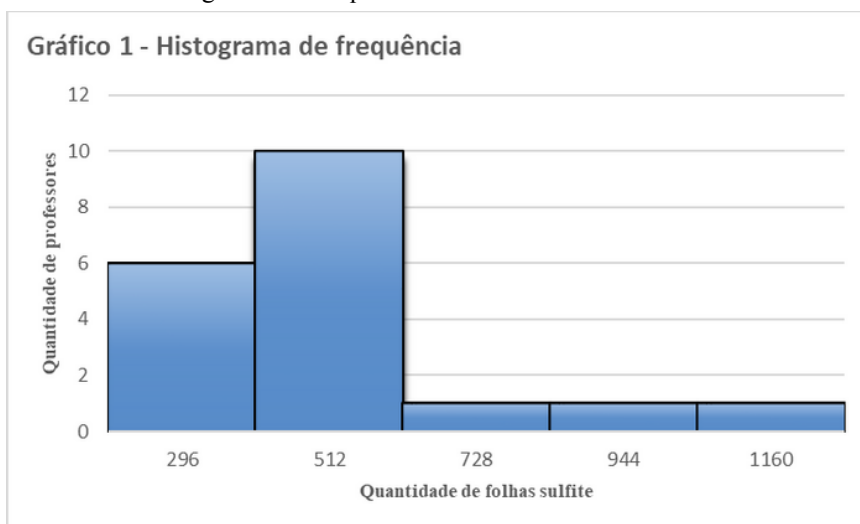
#### **3.1. RESULTADOS ESPERADOS**

##### **3.1.1. ESTUDO DESCRITIVO DE DESCARTE**

A Escola Estadual Doutor João Eugênio de Almeida possui 45 professores efetivos, dos quais apenas 19 responderam ao questionário sobre o gasto de folhas por

bimestre na elaboração de trabalhos e provas para os estudantes. As informações colhidas com o questionário foram apresentadas em forma de gráficos desenvolvidos no programa Excel, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 — Histograma de Frequência



Fonte: Autora (2023).

De acordo com os dados apresentados, podemos determinar a média amostral, que pode ser expressa através da fórmula  $\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n-1}$ . Assim, determinamos a média de 384 folhas sulfite por professor a cada bimestre e podemos estimar um gasto anual em torno de 1.536 folhas por professor nesta escola, totalizando 69.120 folhas de papel sulfite em um ano letivo.

Através do cálculo do desvio padrão que pode ser expresso pela fórmula

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \text{ obtemos desvio padrão amostral de 269 folhas.}$$

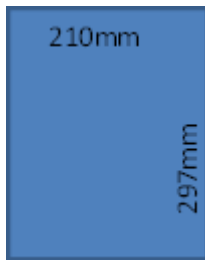
### 3.1.2. PROJETO DA CAIXA

#### 3.1.2.1. MODELO DA CAIXA

A princípio, foi calculada a área de uma folha de papel sulfite (de acordo com as dimensões da Figura 1), para que seja possível calcular quantos quilos de papel descartado poderão ser coletados na escola com o descarte das folhas impressas no decorrer de cada bimestre, conforme a demanda de cada professor. A definição das configurações para as folhas sulfite é feita através da Associação Brasileira de Normas Técnicas, especificamente a norma NBR 10068/87. Iremos utilizar as abreviações Af

para especificar a área de uma folha de papel sulfite e  $A_f$  para especificar a área total das folhas sulfite

Figura 1 — Dimensões de uma folha de papel sulfite A4 conforme NBR 10068/7.



Fonte: Autora (2023).

$$A_f = 0,297 \times 0,210 \quad (1)$$

$$A_f = 0,06237 \text{ m}^2$$

$$A_{f_t} = 0,06237 \cdot 384 \text{ (média/professor)} \cdot 45 \text{ (nº professores efetivos)} \cdot 4 \text{ (nº bimestres)} \quad (2)$$

$$A_{f_t} = 4.311,0144 \text{ m}^2$$

De acordo com os cálculos a área referente a 69.120 folhas de sulfite corresponde a 4.311,0144 m<sup>2</sup>, e a partir deste cálculo é possível estimar quantos quilos de papel serão coletados.

Sabe-se que 75 g de folha sulfite, correspondem a 1m<sup>2</sup> de papel, de acordo com a norma Mercosul NBR NM ISO 536 (Papel e Cartão - Determinação da Gramatura), portanto:

$$75 \text{ g} \text{ ----- } 1\text{m}^2 \quad (3)$$

$$\times \text{ ----- } 4.311,0144\text{m}^2$$

$$x = 323.326,08 \text{ g}$$

$$1 \text{ kg} \text{ ----- } 1.000 \text{ g} \quad (4)$$

$$y \text{ ----- } 323.326,08 \text{ g}$$

$$y = 323,32608 \text{ kg.}$$

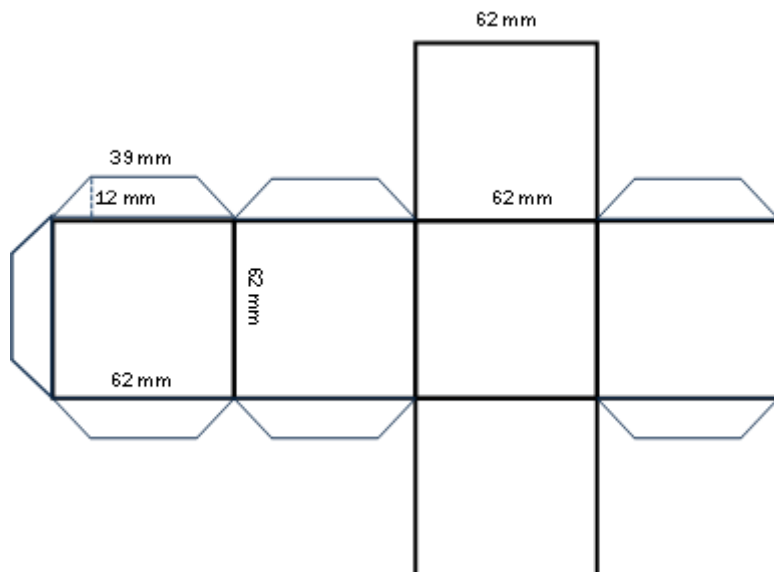
No ano terão aproximadamente 323 kg de papel impresso para os estudantes.

### 3.1.2.2. DIMENSÕES

Além da proposta de reciclagem, o projeto visa a confecção de um produto sustentável, a confecção de uma caixa e assim trabalhar com os estudantes situações problema que envolvam o cálculo de área e volume de alguns sólidos geométricos.

Ao propor a confecção deste protótipo, haverá como sugestão uma caixa no formato de um hexaedro (cubo), conforme Figura 2.

Figura 2 — Dimensões da caixinha (protótipo)



Fonte: Autora (2023).

Através das dimensões fornecidas pela Figura 3, obtém-se os cálculos referentes a área de cada caixa, 27.306 mm<sup>2</sup>.

$$\text{Área dos quadrados} = l^2 \quad (5)$$

$$\text{Área dos quadrados} = 62\text{mm} \times 62\text{mm} \times 6$$

$$\text{Área dos quadrados} = 3.844 \text{ mm}^2 \times 6$$

$$\text{Área dos quadrados} = 23.064 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área dos trapézios} = (B+b) \times h/2 \times 7 \quad (6)$$

$$\text{Área dos trapézios} = (62+39) \times 12/2 \times 7$$

$$\text{Área dos trapézios} = 4.242 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área total} = \text{Área dos quadrados} + \text{Área dos trapézios} \quad (7)$$

$$\text{Área total} = 23.064 \text{ mm}^2 + 4.242 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área total} = 27.306 \text{ mm}^2 \text{ (em 1 folha A4)}$$

### 3.1.3. PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO.

#### 3.1.3.1. EFICIÊNCIA DE RECICLAGEM

Pelos cálculos, serão coletados 323 kg de papel A4, e de acordo com o IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores) em 2021 o Brasil bateu o recorde de reciclagem de papel, alcançando o índice de 70,3%, conforme apresentado anteriormente na Tabela 2. Portanto, haverá uma estimativa de 65% de papel reciclado, ou seja, arrecadar-se-á em torno de 210 kg de papel na escola (65% de 323 kg do papel utilizado por bimestre).

$$323 \text{ kg} \text{ ----- } 100\% \quad (8)$$

$$x \quad \text{-----} \quad 65\%$$

$$x = 209,95 \text{ kg}$$

$$x \cong 210 \text{ kg de papel coletado.}$$

A partir desta estimativa de 210 kg de papel coletado, é possível calcular a variável de aproveitamento do processo de reciclagem. Supor-se-á uma perda de 25% de papel no processo de reciclagem. Portanto, ao final do processo terão 75% de papel reciclado, ou seja, 157,5 kg de papel reciclado.

$$210 \quad \text{-----} \quad 100\% \quad (9)$$

$$x \quad \text{-----} \quad 75\%$$

$$x = 157,5 \text{ kg ou } 157.500 \text{ g}$$

$$75 \text{ g} \quad \text{-----} \quad 1\text{m}^2 \quad (10)$$

$$157.500 \text{ g} \quad \text{-----} \quad x$$

$$x = 2100 \text{ m}^2$$

Que correspondem a aproximadamente 33.670 folhas.

$$2100 \text{ m}^2 / 0,06237 \text{ m}^2 \quad (11)$$

O papel reciclado pode ter várias espessuras, especialmente quando é feito em casa, porque a espessura fica por conta do artesão que está produzindo o material. No entanto, normalmente, o papel reciclado é encontrado entre as seguintes espessuras: 70 g/m<sup>2</sup> e 120 g/m<sup>2</sup>. Iremos supor uma maior gramatura para o nosso papel, portanto:

$$120 \text{ g} \quad \text{-----} \quad 1\text{m}^2 \quad (12)$$

$$157.500 \text{ g} \quad \text{-----} \quad x \quad x \cong 1.313 \text{ m}^2 \text{ de papel reciclado}$$

Transformando para quantidade de folhas tamanho A4 (sulfite).

$$0,06237 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad 1 \text{ folha} \quad (13)$$

$$1.313 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad y \text{ folhas}$$

$$y = 21.051,78772$$

$$y \cong 21.052 \text{ folhas recicladas.}$$

A partir destes cálculos pode-se estimar a eficiência do processo de reciclagem sendo de aproximadamente 62,52% , como demonstrado a seguir:

$$33.670 \text{ folhas arrecadadas} \quad \text{-----} \quad 100\% \quad (14)$$

$$21.052 \text{ folhas recicladas} \quad \text{-----} \quad x$$

$$x = 62,52450252$$

$$x \cong 62,52\% \text{ (variável de aproveitamento)}$$

### 3.1.3.2. FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

Nesta etapa do projeto conseguir-se-á estipular a quantidade de caixas a serem produzidas em função da quantidade de folhas arrecadas, levando em conta as perdas do processo de produção, já que de acordo com a parametrização da caixa, teremos uma área menor em relação a área da folha no formato A4.

Estimativa de perdas no processo (área total da folha – área total da caixinha)

$$1 \text{ folha} = 62.370 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ caixinha} = 27.306 \text{ mm}^2$$

$$\text{Perda} = 62.370 \text{ mm}^2 - 27.306 \text{ mm}^2 \quad (15)$$

$$\text{Perda/folha} = 35.064 \text{ mm}^2 \text{ ou } 0,035064 \text{ m}^2$$

De acordo com as estimativas de material arrecadado, teremos 21.052 folhas recicladas, que correspondem a aproximadamente 738.167.328 mm<sup>2</sup> de papel reciclado.

$$1 \text{ folha} \text{ ----- } 62.370 \text{ mm}^2 \quad (16)$$

$$x \text{ ----- } 738.167.328 \text{ mm}^2$$

$$x = 11.835,29466 \text{ folhas ou } \cong 11.835 \text{ folhas}$$

Porcentagem de perda.

$$21.052 \text{ folhas} \text{ ----- } 100\% \quad (17)$$

$$11.835 \text{ folhas} \text{ ----- } x$$

$$x = 56,21793654 \text{ ou } \cong 56,22\%$$

Função afim que relaciona a quantidade de folhas  $y$  que serão perdidas no processo em relação a quantidade de folhas recicladas  $x$ .

Onde  $g(x) = 0,5622x$ , sendo  $y$  a quantidade de folhas perdidas no processo de reciclagem e  $x$  a quantidade de folhas recicladas.

Quantidade de caixinhas geradas no processo de acordo com a função  $fog(x)$ .

$$fog(x) = 0,6252 \cdot (0,5622x) \quad (18)$$

$$fog(x) = 0,35148744x$$

$$fog(x) \cong 0,3515x$$

Sendo que  $fog(x)$  representa a quantidade de caixinhas geradas no processo e  $x$  representa a quantidade de folhas arrecadadas.

De acordo com o IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores), existe um limite máximo de capacidade de reciclagem dos diferentes tipos de papel que depende de alguns fatores como: quantidade de vezes que a fibra poderá ser reciclada, a necessidade de adição de fibra virgem no processo de reciclagem assegurando padrões mínimos de qualidade, além do fato de que nem todo papel produzido retorna a cadeia, como por exemplo, livros, documentos e caixas utilizadas para guardar objetos.

### 3.1.4. EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO

A aprendizagem baseada em projetos (ABP) “é uma das mais eficazes formas disponíveis de envolver os alunos com o conteúdo de aprendizagem e é considerada uma das melhores práticas educacionais na atualidade.” (BENDER, 2014, p.15).

Para abordar o tema da Sustentabilidade, como um projeto da disciplina de Criações, Sustentabilidade e Tecnologia (CST) foi levado em consideração a comunidade escolar na qual a escola está inserida, visto que alguns dos alunos pertencem a famílias que fazem parte de alguma Associação de Catadores de Resíduos Sólidos ou são catadores independentes (não fazem parte de nenhuma associação). Daí surgiu a proposta de intervenção voltada para a reciclagem de papel, em que a questão problematizadora para os estudantes permeia o alto volume de papel que se acumula na escola ao final de cada bimestre e o que poderia ser feito a respeito.

As atividades práticas e os registros foram realizados conforme apresenta a Tabela 4 e divididos em etapas, com 14 alunos do ensino médio, como já foi dito anteriormente.

Tabela 4 — Etapas do Projeto de Reciclagem do Papel

|                                          |                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1ª Etapa<br>Contextualização da proposta | Contextualização e apresentação da atividade;<br>Cálculos envolvidos para o levantamento de material<br>Identificação das caixas de papelão para coleta.<br>Divisão da turma em grupos;<br>Projeto do subproduto (caixa). |
| 2ª Etapa<br>Segregação do material       | Recolhimento dos papéis descartados;<br>Triagem e seleção do material apto para uso;<br>Definição da técnica de reciclagem a ser utilizada.                                                                               |
| 3ª Etapa<br>Técnica de reciclagem        | Apresentação da técnica de reciclagem;<br>Realização da prática.                                                                                                                                                          |
| 4ª Etapa<br>Confecção das caixinhas      | Confecção das caixinhas;<br>Apresentação do produto final.                                                                                                                                                                |

Fonte: Autora (2023).

### 3.2. RESULTADOS OBTIDOS

Na primeira etapa do projeto os alunos se mostraram receptivos à proposta de reciclagem e participaram ativamente das atividades propostas. No projeto da caixa, eles não encontraram dificuldades em aplicar os conceitos de geometria plana. No entanto, na maioria dos estudantes encontraram certa dificuldade para chegar na função composta que tem o objetivo de estimar a quantidade de caixas a serem produzidas em função da quantidade de papel arrecadado. Este feedback foi possível após a finalização

das atividades e a realização de um relatório sobre toda a prática executada por eles. No entanto, conseguiram perceber a conexão entre a teoria e a prática realizada, conforme expressou a aluna M.E.F.: “Agora consegui entender a matéria e ver que os cálculos fazem sentido. Os cálculos nos mostram a quantidade de papel que reciclamos e a quantidade de caixas que produzimos”.

Na segunda etapa os alunos pesquisaram técnicas de reciclagem e optaram pelo processo que não requer o uso de cola ou alvejantes.

A terceira etapa envolveu a aplicação da técnica de reciclagem pesquisada por eles, que consiste na triagem do material coletado. Em seguida esse material foi picado e colocado para descansar em bacias de água por três dias, embora 24 horas fossem suficientes. No entanto, a disponibilidade de tempo nas aulas permitiu um período mais longo de descanso do material. No terceiro dia, o papel foi triturado com um auxílio de um liquidificador numa proporção de 3 partes de água e 1 parte de papel. A água utilizada era a mesma do papel estava de molho, garantindo assim uma otimização deste recurso e reforçando os conceitos de sustentabilidade propostos. Posteriormente, a pasta de papel resultante foi transferida para uma bacia maior e com mais água, e eles utilizaram telas de nylon para moldar as folhas de papel reciclado, removendo o excesso de água com a esponja. Após esse processo, as folhas foram dispostas em um pedaço de TNT e deixadas para secar em um varal improvisado na parede da sala de aula. Um exemplo visual desta etapa do projeto pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 — Etapa 3 (Reciclagem de papel)



Fonte: Autora (2023).

Na última fase do projeto, planejamos realizar a confecção das caixinhas a partir das folhas que foram recicladas na etapa anterior. Essa quarta etapa representa a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante o processo de reciclagem de papel e é fundamental para demonstrar os benefícios propostos pela reciclagem. Os alunos terão a oportunidade de decorar e personalizar as caixinhas de acordo com sua criatividade. Isso pode envolver pintura, colagem de materiais decorativos, ou qualquer outra técnica escolhida. Para finalizar esta etapa e o projeto como um todo, faremos a apresentação do produto final para a comunidade escolar.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo sobre reciclagem de papel na Escola Estadual Doutor João Eugênio de Almeida proporcionou uma profunda exploração dos impactos ambientais, educacionais e práticos da iniciativa, também ressalta a importância da educação ambiental e da aprendizagem baseada em projetos como ferramentas práticas para envolver os alunos com questões de sustentabilidade. E ao longo das declarações anteriores deste artigo, examinamos o consumo de papel na escola, a estimativa de reciclagem, a aplicação prática do processo de reciclagem e a preparação para a criação

de caixas sustentáveis a partir do papel reciclado. Embora a etapa final do projeto, que envolve a preparação das caixinhas, ainda esteja em progresso, já podemos extrair lições valiosas e identificar inovações com base nas fases concluídas até o momento

Veronez (2009, p.1013) *apud* Pereira (2017), afirma que a Modelagem Matemática pode ser uma alternativa pedagógica importante na educação básica com a exploração de situações reais no ambiente escolar, pois essa abordagem torna a Matemática mais dinâmica e interessante ao proporcionar maior eficiência nos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos.

A execução deste projeto em sala de aula proporcionou trabalhar com os alunos uma aprendizagem investigativa, onde eles puderam identificar e buscar resolver problemas do seu cotidiano, como propõe a BNCC.

Este projeto permitiu que os alunos aplicassem conceitos matemáticos a situações do mundo real. Isso ajuda a tornar os exemplos matemáticos mais compreensíveis, pois os alunos veem como os conceitos são relevantes e úteis na resolução de problemas do cotidiano.

Em toda a sua execução em sala de aula exigiu que os alunos identificassem problemas, formulassem questões, coletassem e analisassem dados, criassem modelos e interpretassem os resultados. Isso ajudou a desenvolver suas habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico.

O projeto possui uma abordagem pedagógica que pode tornar o ensino médio mais envolvente e relevante para os alunos, além de desenvolver habilidades fundamentais que serão valiosas em suas vidas futuras. Ao promover uma compreensão mais profunda e aplicada da matemática, os alunos se tornam mais bem preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Através do uso da modelagem matemática, foi possível permitir que os alunos vissem a matemática como uma ferramenta poderosa para entender e resolver problemas do mundo real. Isso fortaleceu sua compreensão do pensamento matemático aplicado e sua capacidade de abordar questões complexas.

Com o projeto percebemos que a reciclagem de papel no ensino médio não é apenas uma atividade ambiental, mas também uma oportunidade valiosa para educar e inspirar os alunos a se tornarem cidadãos conscientes, engajados e responsáveis em relação ao meio ambiente e ao futuro do planeta, tudo isso acompanhado dos benefícios do uso da modelagem matemática.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BASTOS, Francisco de Assis Amaral. **Estatística e Probabilidade**. Fortaleza: EduECE, 2015. 248 p. Disponível em: [www.academia.edu/40244974/LIVRO\\_ESTAT%C3%8DSTICA\\_E\\_PROBABILIDAD](http://www.academia.edu/40244974/LIVRO_ESTAT%C3%8DSTICA_E_PROBABILIDAD) E. Acesso em: 26 jul. 2023.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues; revisão técnica: Maria da Graça Souza Horn. Porto Alegre: Penso, 2014, 159 p.; 25 cm.

CERVINO, F. R. C.; COSTA, J. B. **Função Composta Resolução em C**. Recife: Even3 Publicações, 2019. DOI 10.29327/5.2616. Disponível em: <https://publicacoes.even3.com.br/book/funcao-composta-resolucao-em-c-26165>.

GRIGOLETTO, Izabel Cristina Berger. **Reaproveitar e reciclar o papel**: proposta de conscientização da preservação ambiental. Orientador: Clayton Hillig. 2011. 42 p. Monografia (Pós-graduação na Área de Concentração em Preservação Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1897/Grigoletto\\_Izabel\\_Cristina\\_Berger.pdf](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1897/Grigoletto_Izabel_Cristina_Berger.pdf). Acesso em: 13 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Reciclagem e reutilização: é possível transformar o lixo em lucro?** IFSC Verifica, 24 out. 2022. Disponível em: [https://www.ifsc.edu.br/post-ifsc-verifica/-/asset\\_publisher/uII70Nv266Xk/content/id/13735672/reciclagem-e-reutiliza%C3%A7%C3%A3o-%C3%A9-poss%C3%ADvel-transformar-o-lixo-em-lucro](https://www.ifsc.edu.br/post-ifsc-verifica/-/asset_publisher/uII70Nv266Xk/content/id/13735672/reciclagem-e-reutiliza%C3%A7%C3%A3o-%C3%A9-poss%C3%ADvel-transformar-o-lixo-em-lucro). Acesso em: 13 jun. 2023.

MACHADO MUNHOZ, F.; SCHNEIDER COSTA, E.; MUELLER DE LARA, D. **Técnicas de reciclagens do papel em ambiente escolar: experiência alinhando teoria e prática**. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 8, n. 1, p. 3-12, 30 abr. 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Novo Ensino Médio. *In*: CARMO, Ademar Pinto do *et al.* **Plano de Curso – Novo Ensino Médio Itinerário Formativo 2023**: Aprofundamento em Matemática e suas Tecnologias 2º ano.. Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética (EPE); INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA); INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Atlas de Eficiência Energética: Relatório de eficiência. *In*: **A Indústria de Papel e Celulose no Brasil e no Mundo**: panorama geral. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/a-industria-de-papel-e-celulose-no-brasil-e-no-mundo-panorama-geral>. Acesso em: 13 jun. 2023. Acesso em 13 jun. 2023

NAÇÕES UNIDAS (BRASIL). OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *In*: **ODS 4 - Educação de Qualidade**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso em: 13 jun. 2023..

RUFATO, D. **Produção e reciclagem de papel: uma sequência didática para o ensino de conceitos de química orgânica no ensino médio**. Cadernos PDE. Paraná, 2016. v. 2. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_pdp\\_qui\\_uel\\_deniserufato.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_qui_uel_deniserufato.pdf). Acesso em: 12 jun.2023.

SANTOS, C. R., et al. **Reciclagem de papel e o desenvolvimento de ações sustentáveis: uma parceria entre o PIBID interdisciplinar em educação ambiental e a Com-Vida escolar**. Revista brasileira de educação ambiental. São Revista Eletrônica Científica da UERGS 12 Munhoz; Costa; de Lara. | Rev. Elet. Cient. da UERGS (2022) v. 8, n. 01, p. 3-12 Paulo, 2017. v.12, nº. 2, p.114–126,. Disponível em: <https://docplayer.com.br/50718499-Reciclagem-de-papel-e-o-desenvolvimento-de-acoes-sustentaveis-uma-parceria-entre-o-pibid-interdisciplinar-em-educacao-ambiental-e-a-com-vida-escolar.html>. Acesso em: 12 jun.2023.