






Estudo da substituição parcial do polietileno por polímero feito com fibra de bananeira em fraldas descartáveis: resultados preliminares

Study of the partial substitution of the replacement of polyethylene by polymer made with banana fiber in disposable diapers: preliminary results

- 1 Thamiris Monteiro de Oliveira 
- 2 Cristiane de Souza Siqueira Pereira 
- 3 Rebeca Nascimento Alves 
- 4 Adriana Lau da Silva Martins 
- 5 Matheus Ávila e Silva 

- 1 Graduanda de Engenharia Química. Universidade de Vassouras.
- 2 Doutora em Engenharia Química. Universidade de Vassouras.
- 3 Graduanda de Engenharia Química. Universidade de Vassouras.
- 4 Doutora em Engenharia Química. Centro Universitário Geraldo Di Biase.
- 5 Graduando de Engenharia Química. Universidade de Vassouras.

RESUMO

As fraldas e absorventes descartáveis têm sido um fator intrigante quanto à sustentabilidade. O Brasil é o terceiro maior consumidor de fraldas descartáveis do mundo, podendo chegar a vender 250 fraldas por segundo, e uma criança no seu primeiro ano de vida pode utilizar até 2500 fraldas. Esse resíduo irá para diversos lixões e aterros sanitários do país e levará cerca de 400 a 500 anos para se decompor. Diante da problemática citada, este artigo tem como objetivo propor a substituição do polietileno convencional por um biopolímero produzido à base de fibra de bananeira. O processo de obtenção do bioplástico consistiu na adição de diferentes proporções de amido de milho à polpa da fibra da bananeira, além do acréscimo de 10 mL de suco de limão, 10 mL de glicerina (99 %) e 250 mL de água destilada, com controle da temperatura de cozimento a 80°C por 15 minutos. Após esse processo, formou-se um gel que foi submetido à análise das propriedades físicas, como resistência à água e elasticidade. Conclui-se que o material é resistente à água, impermeável e maleável, sendo o bioplástico um material promissor. Em consequência, a nova fralda terá menor tempo de decomposição na natureza, causando menor impacto ambiental no planeta, além de conter compostos biodegradáveis e não tóxicos, podendo ser usada por recém-nascidos e outros.

Palavras-chave:

Polímero. Bananeira. Fibra. Fralda. Biodegradável.

ABSTRACT:

Disposable diapers and pads have been an intriguing factor in terms of sustainability. Brazil is the third largest consumer of disposable diapers in the world, being able to sell 250 diapers per second, and a child in its first year of life can use up to 2500 diapers. This residue will go to several dumps and landfills in the country and will take about 400 to 500 years to decompose. Faced with the aforementioned problem, this article aims to propose the replacement of conventional polyethylene by a biopolymer produced from banana tree fiber. The process for obtaining the bioplastic consisted of adding different proportions of corn starch to the pulp of the banana tree fiber, in addition to the addition of 10 mL of lemon juice, 10 mL of glycerin (99%) and 250 mL of distilled water, with cooking temperature control at 80°C for 15 minutes. After this process, a gel was formed that was subjected to analysis of physical properties, such as water resistance and elasticity. It is concluded that the material is water resistant, impermeable and malleable, with bioplastic being a promising material. As a result, the new diaper will have less decomposition time in nature, causing less environmental impact on the planet, in addition to containing biodegradable and non-toxic compounds, and can be used by newborns and others.

Keywords:

Polymer. banana tree. Fiber. Diaper. Biodegradable.

1 INTRODUÇÃO

Em toda a história da sociedade, o ser humano procura evoluir e lidar com as consequências que tais evoluções têm causado ao meio ambiente e a si próprio. Muitos problemas ambientais estão surgindo devido ao uso e descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos, aumentando a busca por tratamentos, reciclagens e o que mais o ser humano puder fazer para diminuir o estrago feito por todo esse tempo inadequadamente.

Entre esses resíduos, está as fraldas descartáveis. Não existe exatamente uma data em que as fraldas foram decretadas como peças de roupas. Na antiguidade, eram utilizadas peles de animais e folhas para proteger o corpo humano; depois foram substituídas por panos dos mais variados tecidos, até chegar nas fraldas descartáveis. "Segundo uma fabricante, a venda desses produtos corresponde a mais de 90 % do total e um bebê consome cerca de três mil fraldas ao longo de todo o processo em que o acessório é necessário" (EQUIPE ECYCLE, 2010).

Neste artigo, o objetivo geral é obter respostas sobre o impacto das fraldas no meio ambiente, propondo-se o uso do polietileno. Sendo assim, é abordado como a substituição desse elemento pode ser feita por meio das fibras de bananeira, sendo muito benéfica para o ecossistema. Para minimizar o impacto ambiental, haverá a possibilidade de o produto funcionar de forma igualitária, com menor tempo de decomposição.

As fibras de bananeira oriundas do pseudocaule apresentaram boas propriedades térmicas, constituindo-se em um material com potencial aplicação na área de materiais, podendo oferecer uma alternativa frente às fibras sintéticas convencionais (SILVA, 1998).

2 HISTÓRIA DAS FRALDAS DESCARTÁVEIS

A construção da história desse produto é muito interessante quanto à simplicidade, pois uma americana, chamada Marion Donovan, criou o que seria a primeira fralda, apenas costurando uma cortina de chuveiro a um pano como se fosse uma capa protetora, impedindo a urina de vazar, nos anos 40. Nessa mesma época, o mundo estava no final da Segunda Guerra Mundial, momento em que uma empresa sueca criou um papel chamado *tissue*, devido à falta de algodão que estava ocorrendo (ROCHA, 2020).

Quando as fraldas começaram a ser produzidas nas indústrias, muitas folhas de papel *tissue* eram colocadas, envolvidas em uma película plástica. Nesses anos, as fraldas eram usadas apenas em lugares muito especiais, luxuosos, idas a médicos, etc. Tudo era muito novo para a sociedade e apenas os filhos dos mais nobres tinham acesso aos materiais mais sofisticados. Dez anos depois foram desenvolvidas fibras de celulose para uma melhor absorção das urinas no produto, substituindo o papel *tissue*. Isso trouxe comodidade e conforto tanto para as mães quanto para os bebês. Assim, também foram adicionados os elásticos plásticos, para que as mães não precisassem levar suas fitas todos os dias na própria bolsa (ROCHA, 2020).

Dito isso, observa-se a evolução e a introdução do plástico nessa gama de produtos, momento em que os ecologistas começaram a se preocupar com a degradabilidade das fraldas, pois já se falava em plásticos biodegradáveis. Muitos movimentos contra as fraldas foram feitos na Europa e no Canadá, porém, ainda não foram suficientes para combater a problemática.

2.1 Matéria-prima das Fraldas Descartáveis

As fraldas são constituídas por uma proporção significativa de matéria orgânica, além de plástico, fibras e polímero superabsorvente (*Super Absorbent Polymer – SAP*), tendo grande potencial para reciclagem e podendo ser reutilizado como matéria-prima de outros produtos, evitando sua deposição em aterros sanitários ou incineração (MOREIRA *et al.*, 2020).

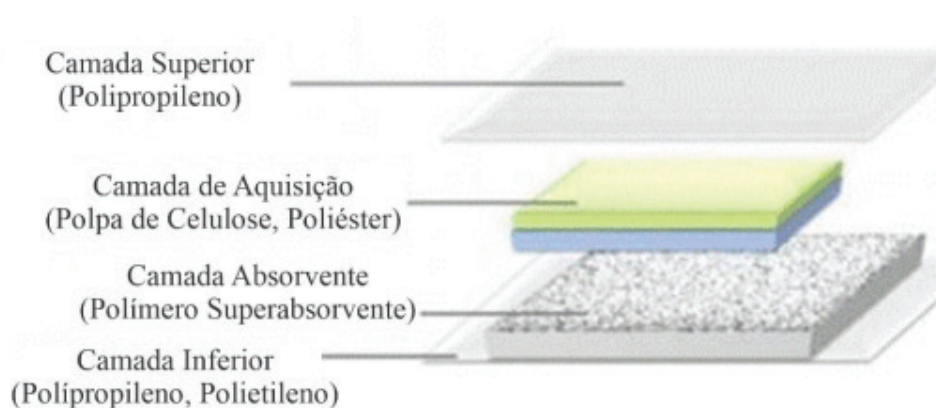
Uma fralda descartável possui, aproximadamente, 13 % de polietileno (PE), impactando em sua fabricação, a utilização de recursos como árvores, petróleo, água e produtos químicos. Nesta pesquisa, o material a ser analisado e substituído é o filme de polietileno, que demora quase 500 anos para se decompor (EQUIPE ECYCLE, 2015).

A seguir, descreve-se as matérias-primas que compõem uma fralda descartável (SEBRAE, 2006):

1. Manta de Polietileno: parte externa da fralda;
2. Manta Filtrante: absorve toda a umidade e deve ter cuidado com a armazenagem;
3. Adesivo *Hot-Melt*: usado sempre derretido e em sachês ou em barras que deverão ser cortados em tamanhos pequenos, com a função de segurar os elásticos;
4. Algodão Hidrófilo: dá estrutura à fralda;
5. Polpa de Celulose: usada erroneamente poderá rachar ou embolar na hora do uso;
6. Floc-Gel: substância absorvente que incha em contato com a urina;
7. Papel *Tissue*: envolve todo o recheio da fralda (algodão, polpa, *floc-gel*);
8. Manta: é composta de todos os materiais acima (algodão, polpa, gel, e papel *tissue*). Nas quantidades certas evitam desperdício de tempo e de material;
9. Elástico: os tipos mais usados são fio de *lycra* ou revestidos de borracha e tem função de evitar o vazamento;
10. Fita Reposicional: colocada lateralmente nas fraldas e são reguladas na cintura do bebê. Pode ser simples nas laterais e decorativas na frente;
11. Colônia: para dar cheiro à fralda. Deve ser utilizado um *spray* para facilitar a aplicação e, assim, padronizar a quantidade utilizada.

Na Figura 1 são apresentadas as diferentes camadas da fralda descartável.

Figura 1 - Camadas da Fralda Descartável.



Fonte: Santos (2011).

Cada fralda descartável possui um tempo de decomposição muito longo no meio ambiente devido aos seus compostos plásticos de difícil degradação, pois as moléculas estão protegidas das enzimas degradativas. Sendo assim, a camada inferior, feita de polietileno, pode demorar mais de 200 anos para se decompor, sendo necessários serviços de compostagem, reciclagem e tratamentos. "Deve-se destacar ainda que, a maioria dos municípios brasileiros ainda descartam seus resíduos sólidos urbanos (RSU) de maneira inadequada, ou seja, nos lixões a céu aberto" (MOREIRA *et al.*, 2020).

Segundo Franco (2020), a fralda descartável tem um tempo de decomposição de 600 anos, conforme demonstrado na Tabela 1, que apresenta o tempo de decomposição de alguns resíduos.

Tabela 1 – Tempo de decomposição de alguns resíduos.

RESÍDUO	TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO
Casca de frutas	de 1 a 3 meses
Papel	de 3 a 6 meses
Pano	de 6 meses a 1 ano
Chiclete	5 anos
Filtro de cigarro	de 5 a 10 anos
Tampa de garrafa	15 anos
Madeira pintada	15 anos
Nylon	mais de 30 anos
Saco plástico	de 30 a 40 anos
Lata de conserva	100 anos
Lata de alumínio	200 anos
Plástico	450 anos
Fralda descartável	600 anos
Garrafa de vidro	Indeterminado
Pneu	Indeterminado
Garrafa de plástico (PET)	Tempo indeterminado
Borracha	Tempo indeterminado
Vidro	1 milhão de anos

Fonte: Franco (2020).

De acordo com Lacerda (2021), levando em consideração o peso médio que um bebê nasce (entre 2,5 e 4,0 kg), o número aproximado de fraldas descartáveis usadas em seu primeiro ano de vida é de 2.500 fraldas, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Tempo de uso das fraldas descartáveis até 24 meses de vida.

TEMPO DE USO	QUANTIDADE DE FRALDAS
2 a 4 meses	300 fraldas por mês
5 a 7 meses	720 fraldas por mês
8 a 24 meses	700 fraldas por mês

Fonte: Lacerda (2021).

3 O POLIETILENO E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Incontáveis quantidades de plástico são despejadas, descartadas irresponsavelmente na natureza todos os dias, nos rios, oceanos, florestas e no ar que mantém o ser humano vivo. Sacolas plásticas no supermercado, plásticos nos utensílios caseiros, nos copos descartáveis, nas fraldas e também microplásticos estão penetrando no corpo humano, inclusive na placenta humana, sendo um bebê exposto

antes mesmo de nascer (SOARES, 2022). A ciência comprova que as pessoas consomem pequenas partículas através de alimentos, água, inalação, etc.

Na nova pesquisa publicada na revista *Environment International*, os pesquisadores encontraram partículas e diversos tipos de plástico, como PET, poliestireno e polietileno no sangue humano (SOARES, 2022), com 22 doadores anônimos. Metade das amostras mostraram resultados que continham o plástico PET, comumente usados nas garrafas de bebidas, com poliestireno utilizado em embalagens, entre outros. "Além disso, um quarto das amostras de sangue continha polietileno, material do qual são feitas sacolas plásticas. Esse estudo revela que o consumo desses tipos de resíduos está sendo exacerbado, e ainda acrescenta que, até 2040, a produção de plástico deve dobrar (LESLIE *et al.*, 2022).

4 AS BANANEIRAS E SUAS UTILIDADES

No Brasil, o que não falta pelas vegetações é bananeira, porém a história dessa fruta adocicada teve início Ásia, onde iniciou seu cultivo. Ela é mencionada em inscitos, em textos budistas, serviu de alimento a Alexandre, O Grande, e foi muito mencionada pela África. Desde então, os portugueses começaram as plantações de bananais nas costas brasileiras (SOFFNER, 2001).

Apesar de o país não ser um grande exportador de banana, a produção nacional é de cerca de 550 mil toneladas anuais (IBGE, 1993), superior a de diversos países tradicionalmente exportadores. A cultura da banana está distribuída por todo o território nacional, participando com significativa importância na economia de diversos estados brasileiros, sendo os maiores produtores: Pará, São Paulo, Bahia, Amazonas, Minas Gerais, e Santa Catarina (SILVA, 1998).

O que impede a atividade bananicultora de ter um enorme crescimento são os países mais desenvolvidos que controlam a tecnologia nesse ramo de plantação, levando muitos a procurarem um manejo inadequado com baixo plantio, sem recursos econômicos, aumentando ainda mais a incidência de pragas sobre os bananais.

Nas plantações, a árvore dá o seu fruto de acordo com o clima, sendo o recomendado um índice pluviométrico mensal de 100 mm e temperatura de 27 °C (SILVA, 1998).

O ciclo da bananeira é contínuo e pode dar frutos o ano todo, em até 18 meses. A cada período, ela irá se renovar com o nascimento de novas plantas ou filhotes (pontos de crescimento ou rebentos). "A bananeira possui caule subterrâneo e as bainhas formam o pseudocaule, de onde se expandirá em enormes limbos. Um ramo caulinar cresce a partir do rizoma por entre as bainhas, para produzirem um cacho de flores (coração, ou umbigo) e depois os frutos (cachos de bananas)" (SILVA, 1998).

Após a colheita da fruta, o pseudocaule é descartado como um resíduo devido ao seu grande volume não aproveitado para o plantio. Se permanecer na plantação, favorece o desenvolvimento de biodeterioradores e de animais peçonhentos. Porém, essa parte da planta é rica em material fibroso e muito utilizada para produção de papéis. Conforme pesquisa apresentada na Universidade Federal de Viçosa, "o pseudocaule representa uma fonte alternativa de fibra longa para produção de papéis especiais. Do pseudocaule da bananeira, é possível extrair vários tipos de fibras, mas todas essas características dependem da espécie, das condições climáticas e do tipo de solo" (SILVA, 1998).

O objetivo deste artigo é utilizar as fibras do pseudocaule da bananeira, para produzir um biopolímero, bioplástico capaz de ser colocado em uma fralda descartável e ter a mesma possível sustentação,

elasticidade e conforto que um polietileno oferece, de uma maneira sustentável, com menor tempo de decomposição, diminuindo o impacto na natureza em mais de 350 anos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Obtenção do pseudocaule de bananeira e preparo da polpa

A utilização das fibras naturais como reforço tem conquistado a atenção da comunidade científica e das indústrias, como alternativa às fibras inorgânicas, apresentando vantagens, como grande abundância e baixa massa específica. Dentre as fibras vegetais mais usadas, destacam-se as fibras de sisal, coco, curauá, bambu, pinus, bananeira, além de outras (GOMES *et al.*, 2013).

O processo de produção do bioplástico foi baseado no artigo "Polpa de Fibra de Bananeira para Produção de Polímeros de Bioplástico". Assim, no artigo, foram utilizadas diferentes proporções de amido de milho e polpa de fibra de bananeira (SILVA *et al.*, 2019). No experimento do trabalho já feito, é relatado que, quanto maior a quantidade de fibra, maior será sua resistência. "Os resultados indicam que a adição da fibra de bananeira a partir de 25 gramas proporciona maior resistência à deformação do fragmento de bioplástico" (SILVA *et al.*, 2019).

A produção inicia-se com a retirada do pseudocaule. As amostras de pseudocaules foram coletadas do interior do Rio de Janeiro. O pedaço é cortado verde e, logo em seguida da colheita do cacho da fruta. Após o corte, o pseudocaule é cortado em tiras (Figura 2), do tamanho de 30 cm de comprimento e 2 cm de largura. Dessa forma, os pedaços de fibra foram secos ao sol por 15 dias, moídos em moinho de facas e peneirados em malha de 0,45 mm (SILVA *et al.*, 2019).

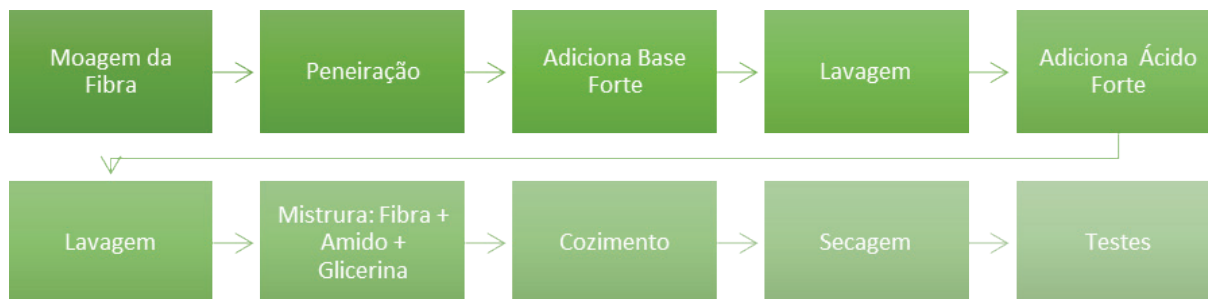
Figura 2 - Obtenção e corte em tiras do pseudocaule.



Fonte: Os autores (2023).

A Figura 3 está representando as etapas do processo de produção do plástico biodegradável.

Figura 3 – Fluxograma de Processo de produção do plástico biodegradável.



Fonte: Os autores, 2023.

Segundo Silva *et al.* (2019), há o seguinte procedimento para preparar a polpa:

(...) as fibras de bananeira foram colocadas em béquer de 1000 mL, sendo posteriormente acondicionadas em manta aquecedora com agitação manual da solução. Em seguida, adicionou-se 250 mL de solução de NaOH 20% m/v à fibra de bananeira. O sistema foi ajustado até a temperatura de 50°C, com monitoramento a cada 20 minutos, durante 1 hora. Depois desse procedimento, com o auxílio de um filtro, a fibra de bananeira foi lavada com água destilada até a água de lavagem atingir o pH neutro. Posteriormente, a fibra foi colocada em béquer de 1000 mL, contendo 100 mL de solução de HCl 0,5 mol L⁻¹. Essa mistura foi aquecida e agitada por 45 minutos, no intervalo de temperatura variando entre 60 °C a 80 °C. O procedimento de lavagem com água destilada até esta atingir o pH neutro foi repetido. A polpa obtida da fibra foi colocada em um béquer de 1000 mL, contendo 200 mL de solução de NaOH 2 % m/v, sob agitação e aquecimento até 70 °C, por 40 min. Depois a polpa foi lavada até que a água de lavagem apresentasse pH neutro (SILVA *et al.*, 2019).

Após o preparo da polpa, há o procedimento de produção do bioplástico feito com 69 gramas de fibra de bananeira e 35 gramas de amido de milho. Foram colocados em um béquer de 600 mL: 50 mL de suco de limão, 50 mL de glicerina e 250 mL de água destilada. Toda essa mistura foi aquecida na manta aquecedora até o aumento da viscosidade, permanecendo, assim, por mais 15 minutos na temperatura de 80 °C.

6 RESULTADOS

As Figuras 4 e 5 mostram as etapas de secagem de como o material se apresentou, quando terminado o tempo relatado de cozimento e a mistura foi retirada da manta. O "gel" formado foi despejado em uma forma de vidro. Foi necessário não espalhar todo o bioplástico para que ele ganhasse a espessura necessária para obter mais resistência à fralda. Devido à grande quantidade de gel, os filmes foram expostos ao sol durante 7 (sete) dias para o processo de secagem total até o descolamento da placa de vidro, pois é necessário armazená-los em local livre de sujeiras.

Figuras 4 e 5 – Bioplástico em processo de secagem.



Fonte: Os autores (2023)

Foi observado que, no processo de secagem, há necessidade de o material não ser agitado. Tal acontecimento pode atrapalhar o processo de fortalecimento entre as fibras na hora de secagem e causar futuras rachaduras indesejáveis no bioplástico.

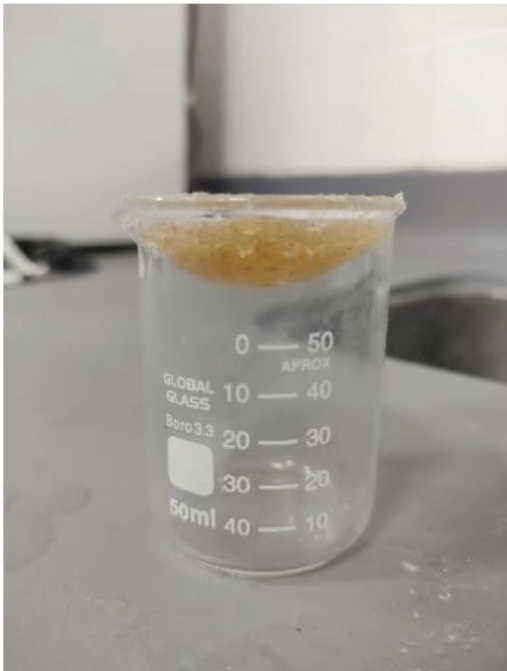
As pesagens com os filmes totalmente secos foram feitas em dois recipientes, um com 70g e outro com 175g.

6.1 Avaliação das propriedades físicas do material

a. Teste de Resistência à água

Devido ao polietileno ser um plástico de sustentação da fralda, este também impede o líquido de vazar. Por isso, esse teste é crucial. Foi realizado, colocando-se uma pequena quantidade do filme já seco em cima de um béquer de 50 mL, como um filtro. Foi adicionado água e, durante 30 minutos, o bioplástico não absorveu a água e não permitiu que a água penetrasse para dentro do béquer. Porém, sua maleabilidade ficou maior, devido à glicerina utilizada, conforme apresentado nas Figuras 6 e 7.

Figuras 6 e 7 – Teste de Resistência à água.



Fonte: Os autores (2023).

b. Teste de Elasticidade

A resistência ao rasgo foi testada em mãos, pois estas são utilizadas o tempo todo no manuseio de uma fralda descartável, puxando e colocando de maneira ajustável e confortável o produto junto ao corpo. O teste não pôde ser realizado com equipamentos eficazes para medição mais precisa, pois não havia no estabelecimento. Quando o bioplástico foi puxado, não foi facilmente rasgado após cerca de 5 segundos consecutivos, fazendo força razoável, conforme apresentado nas Figuras 8 e 9.

Figuras 8 e 9 – Teste de Resistência ao rasgo.



Fonte: Os autores (2023).

7 CONCLUSÕES

Feitas as observações, o bioplástico produzido é impermeável à água e maleável, porém verificou-se que a quantidade excessiva de glicerina acrescida ao produto pode torná-lo bastante maleável, o que afeta a qualidade da fralda. O ajuste pode ser feito na quantidade de glicerina e amido, deixando o filme com mais firmeza, com maior gramatura de fibras de babaneira. Quanto maior a quantidade de fibra, maior a firmeza do filme. Quanto maior a quantidade de amido, mais maleável e maior degradabilidade. O plástico ficou com a espessura elevada, sendo o suficiente pra sustentar a fralda, porém ficou resistente a dobraduras. Também observou-se que, se o bioplástico tiver com uma espessura menor que 2 mm, isso interfere na qualidade do produto, pois pode rasgar com maior facilidade ao sofrer tração ou torção. Contudo, o experimento trouxe uma opção viável para a substituição do biopolímero pelo polietileno presente nas fraldas, reduzindo, assim, o período de degradabilidade da fralda tradicional de 600 anos para 4 meses com a fralda confeccionada por bioplímeros. Como sugestões futuras, pode-se realizar o mesmo experimento usando fibras de côco e outros materiais associados com o objetivo de reduzir o período de degradação da fralda e, ao mesmo tempo, garantir conforto e segurança ao usuário.

REFERÊNCIAS

- EQUIPE ECYCLE. Fralda descartável é reciclável? **Ecycle**. 2010. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/fralda-descartavel-e-reciclavel/>. Acesso em: 25 maio 2023.
- EQUIPE ECYCLE. Fraldas descartáveis: conheça perigos, impactos e alternativas. **Ecycle**. 2015. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/fraldas-descartaveis-impactos-alternativas/>. Acesso em: 25 maio 2023.
- FRALDAS descartáveis: conheça perigos, impactos e alternativas. **Ecycle**. 2015. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/fraldas-descartaveis-impactos-alternativas/>. Acesso em: 25 maio 2023.
- FRANCO, Adriana de Arruda. **Ludicidade, Memória e Aprendizagem: Tempo de decomposição dos resíduos sólidos no meio ambiente**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) – Centro de Biomedicinas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
- GOMES, T. S., VISCONTE, L. L. Y., PACHECO, E. B. A. V. Substituição da fibra de vidro por fibra de bananeira em compósitos de polietileno de alta densidade: parte 1. Avaliação mecânica e térmica. **Polímeros**, n. 23, 206–211p., 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Normas de apresentação tabular**. 3.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- LACERDA, Sandra. Quantas fraldas o bebê usa em 1 ano? **Pais&Filhos**. 2021. Disponível em: <https://paisefilhos.uol.com.br/familia/quantas-fraldas-o-bebe-usa-em-1-ano>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- LESLIE, H. A., J. M. VAN VELZEN, M., BRANDSMA, S. H., VETHAAK, D., GARCIA-VALLEJO, J. J., & LAMOREE, M. H. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environment International**, v.16, 2022.
- MOREIRA, P. A. G., MENDES, T. A., DOS SANTOS PEREIRA, S. A., MENDES, D. Impactos ambientais e opções de tratamento dos resíduos provenientes de fraldas descartáveis: revisão da literatura. **Revista Baru-Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**. n.6, v.1. 2020. 8128p.

ROCHA, Mislene. Você conhece a história das fraldas? Céu de Borboletas. 2020. Disponível em: <https://ceudeborboletas.com.br/voce-conhece-a-historia-das-fraldas/>. Acesso em: 23. mar. 2023.

SANTOS, Josiane Heyde. **Desenvolvimento de filme polimérico biodegradável para fraldas descartáveis**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Industrial) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SEBRAE. Fábrica de fraldas descartáveis. Sebrae: idéias de negócios. 2006. Disponível em: <https://silo.tips/download/fabrica-de-fraldas-descartaveis>. Acesso em 20 maio 2023.

SILVA, Antônio Gonçalves. **Utilização do Pseudocaule da Bananeira para Produção de Celulose e Papel**. 1998. Dissertação (*Magister Scientiae* em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

SILVA, J. G.; NETO, P. F.; SILVA, J. G. da. Polpa de fibra de bananeira para produção de polímeros de bioplástico. **Educação Ambiental Em Ação**, XVIII (68), 2019.

SOARES, Jéssica de Moura. Microplásticos foram detectados no sangue humano pela primeira vez. Ilha do conhecimento. 2022. Disponível em: https://ilhadoconhecimento.com.br/microplasticos_sangue_humano/#:~:text=Na%20no%20pesquisa%20publicada%20na. Acesso em: 5. abr. 2023.

SOFFNER, Maria de Lurdes Aparecida Prudente. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia das Madeiras) – Escola Superior de Agricultura Luís Queiróz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.