



PRODUÇÃO DE CANUDO BIODEGRADÁVEL COMESTÍVEL A BASE DE PECTINA E MORANGO

Larissa Rocha Mendes
Leonardo Campos Lacerda
Maria Vitória Mota dos Santos Silva
Michel Kasszany Neto
Yaritça Sousa Borges
Prof.^a Thaís Taciano do Santos

RESUMO

Em decorrência dos problemas ambientais causados pelo impacto do descarte inadequado de embalagens plásticas no meio ambiente, principalmente os canudos, houve uma grande necessidade por intervenções nesse setor, para amenizar as problemáticas. Os bioplásticos, nesse cenário, são uma alternativa viável, justamente por apresentar, em sua composição, a química verde e, em sua maioria, biodegradabilidade.

Nesse sentido, o canudo biodegradável comestível a partir da pectina e morango, surge como objeto de estudo para o presente artigo, que busca ser um substituto adequado para o canudo de plástico, fazendo o uso de reagentes não nocivos ao meio ambiente. Foram realizados uma série de ensaios e análises da estrutura do canudo, sendo testes de biodegradação, degradação em diferentes meios e organolépticos. Com base no teste de degradação, foi concluído que os resultados foram satisfatórios, porém necessitam de um aprimoramento em sua composição para uma melhor durabilidade em alguns líquidos. No teste de biodegradação, pode ser notado um alto crescimento de microrganismos e uma degradação em uma velocidade considerável, visto que em 45 dias, ele é quase totalmente degradado. Os testes organolépticos obtiveram um bom resultado, onde o produto apresentou uma boa aparência, resistência, uma textura agradável tanto na boca, quanto nas mãos, não interferiu no sabor da bebida e não obteve um odor marcante.

Palavras-chave: Canudo, Comestível, Biodegradabilidade, Pectina.

ABSTRACT

Due to the environmental issues caused by the plastic packaging disposal's impact on the environment, especially the straws, there has been a growing demand for interventions in this sector, in an urge to minimize the problematics. The bioplastics, in this scenario, are a viable alternative, precisely because they present, in their composition, green chemistry and, in its most part, biodegradability.

In this sense, the edible bio-straw, made from pectin and strawberry, arises as an object of study for the present article, which aims to be an adequate substitute for the plastic straw, by using reactants that are not harmful to the environment and which are socially viable. A series of trials and analysis on the straw structure have been made, those being the biodegradation test and the degradation in different media. Based on the degradation test, it was concluded that the results were satisfactory, but need a further improvement in its composition for better durability in some liquids. In the biodegradation test, a high growth of microorganisms was noticed and a degradation at a considerable rate, given that in 45 days, it is almost completely degraded. The organoleptic tests obtained a good result, where the product presented a good appearance, resistance, a pleasant texture both in the mouth and in the hands, it did not interfere with the taste of the drink and did not obtain a marked odor.

Keywords: Straw, Edible, Biodegradability, Pectin.

¹ Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina
Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil
* grupo6.tcc.etecia@gmail.com

Recebido em: 30/06/2022

Apresentado à banca em: 23/06/2022

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, pode-se observar que a poluição nos oceanos causada pelos seres humanos vem crescendo cada vez mais, onde 13 milhões de toneladas de plástico tem como fim os mares, sendo um dos muitos resultados a morte de 100 mil animais marinhos por ano (ONU NEWS, 2019). São 300 milhões de toneladas por ano que interferem nos cursos d'água e mares, entopem as ruas, prejudicam a vida selvagem e causam sérios danos à saúde pública (UNEP, 2017).

A maioria do plástico permanece intacta por décadas ou séculos após seu uso, e aqueles que sofrem erosão acabam como micro plásticos, consumidos por peixes e outros animais marinhos, entrando rapidamente na cadeia alimentar global (ONU NEWS, 2019).

Sendo o canudo plástico um dos causadores deste problema, se transformou em uma praga ambiental, sendo que só nos Estados Unidos, eram utilizados 500 milhões de canudos plásticos por dia e no Reino Unido, mais de 100 milhões. Feito na maioria das vezes de poliestireno ou polipropileno, o canudinho pode ser reciclado, mas como é muito pequeno e leve, do mesmo modo como tampas de garrafa, por exemplo, repetidamente é jogado no lixo. Sua vida útil é estimada em 4 minutos e ele leva aproximadamente 100 anos para se decompor na natureza, correspondendo a 4% de todo o resíduo plástico consumido no planeta (DAVID, SANTOS, & OLIVEIRA, 2018).

Algumas cidades dos Estados Unidos da América, como São Francisco, no estado da Califórnia, desde 2016, proibem a distribuição de canudos de plástico nos estabelecimentos (BRINKLOW, 2018). Já a União Europeia anunciou a proibição até 2021 (EUROPEAN COMMISSION, 2018). No Brasil, a cidade do Rio de Janeiro foi a capital pioneira na proibição e, desde setembro de 2018, está multando em vista à norma (Lei Municipal nº 6.458 de 8 de janeiro de 2019). Após a iniciativa, outras cidades das regiões Centro-oeste, Nordeste, Sul e Sudeste do país também aderiram à causa e proibiram a comercialização e distribuição dos canudos (NETO, 2019).

Assim se percebe que muitas cidades no mundo já proibiram ou limitaram a utilização de canudos plásticos, e diante dessa situação, desenvolver alternativas para substituir o uso do plástico está ganhando espaço dentro do comércio e da indústria, como a produção de produtos biodegradáveis, sendo a biodegradação o processo de desintegração de materiais realizada por bactérias, fungos e outros organismos. O termo foi utilizado pela primeira vez em 1961, para descrever a decomposição de materiais compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio (LEGNAIOLI, 2018).

Com isso, levam as cidades a fazerem com que o comércio passe a utilizar canudos biodegradáveis ou de outros materiais, como papel, amido, aço e vidro. Um bom exemplo no mercado da utilização de canudos biodegradáveis se encontra na Espanha, onde o "Sorbos", um canudo 100% biodegradável e comestível, foi desenvolvido nos sabores de canela, gengibre, maçã verde, laranja e limão, isso sem modificar o sabor da bebida e sem adição de açúcares (DAVID, SANTOS, & OLIVEIRA, 2018).

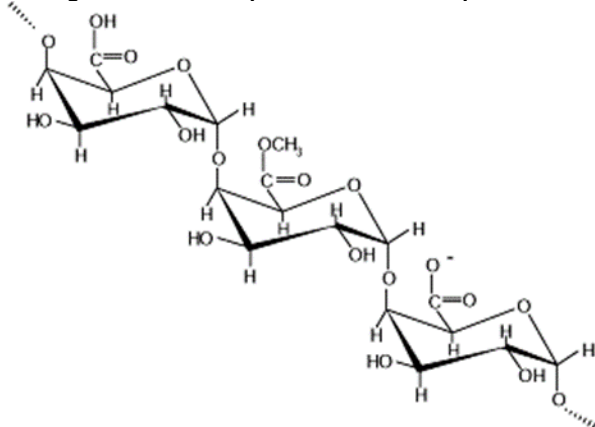
Dessa forma é possível observar o principal conceito da Química Verde, que é o uso de técnicas e conhecimento químico para a redução ou eliminação do uso ou geração de substâncias nocivas durante o planejamento, fabricação e aplicação de produtos químicos em prol de minimizar as ameaças ao meio ambiente (ANASTAS, 1999). Um dos princípios é também a preocupação com o desenvolvimento consciente de químicos, de forma que após a sua vida útil eles devem se decompor e se tornar produtos degradáveis inofensivos ao ambiente (ANASTAS, 1999; LENARDÃO et al., 2003; PRADO, 2003). Ao mesmo tempo, é possível prever alguns dos benefícios econômicos gerados pela adoção desta em processos químicos industriais, também a menor necessidade de investimentos em armazenamento e tratamento de efluentes, assim como o pagamento de indenizações pelos danos ambientais (PRADO, 2003).

Embora o uso de filmes biodegradáveis não seja possível em diversas áreas, para algumas aplicações essa substituição é viável e útil, podendo além de prevenir a poluição, diminuir a demanda por derivados do petróleo. Os sacarídeos e polissacarídeos, que são matéria prima para reações de gelatinização, representam a maior classe dos compostos bio-orgânicos do planeta, desempenhando diferentes funções na manutenção da vida. Sendo assim, podem ser extraídos de vários meios orgânicos, sendo um produto renovável e com potencial de não causar impactos ambientais.

1.1. PECTINA

A Pectina (Figura 1) é um polissacarídeo formado por monômeros de ácido galacturônico unidos entre si por ligações glicosídicas. É um hidrocoloide natural presente em plantas superiores (angiospermas e gimnospermas) que formam um grupo heteromolecular de polissacarídeos estruturais encontrados na parede celular primária das células vegetais e nas camadas intercelulares (lamela média), utilizado na indústria de alimentos, bebidas e fármacos devido a sua propriedade funcional gelificante e estabilizante (CANTERI, MORENO, WOSIACKI, & SCHEER, 2012).

Figura 1: estrutura química da cadeia de pectina.



Fonte: ANDRADE & BRANDÃO, (1999)

As fontes mais abundantes de pectina são os frutos cítricos, podendo ser extraídos em abundância principalmente do albedo, região mesocárpica do fruto. Outra fonte natural deste carboidrato é a maçã, que conjuntamente com os frutos cítricos constituem as principais matérias-primas da extração de pectina em nível comercial. A pectina é determinante na firmeza dos vegetais, característica que se estabelece durante o seu crescimento, amadurecimento, armazenamento e processamento. Sendo que no setor industrial, os polissacarídeos pécticos promovem aumento de viscosidade e funcionam como colóide estabilizante e protetor em alimentos e bebidas, com aplicação em doces e geleias, preparações de frutas para iogurtes, bebidas e sucos de frutas concentrados, sobremesas de frutas e leite, produtos lácteos gelificados, produtos de confeitaria e produtos lácteos acidificados diretamente ou fermentados. Dentre outras propriedades estão a prevenção de flotação em preparados de frutas, a estabilidade de produtos de panificação, a estabilização proteica, a maciez a partir da melhoria da textura, o aumento do volume e o controle da sinérese, que é o processo responsável pela exsudação do líquido das geleias (CANTERI, MORENO, WOSIACKI, & SCHEER, 2012).

1.2. MORANGO

O morangueiro é uma planta perene, rasteira, herbácea pertencente à família Rosácea e do gênero *Fragaria*. O morango é um pseudofruto não climatérico (CHITARRA & CHITARRA, 2005) de coloração vermelho brilhante, odor envolvente, textura e sabor levemente acidificado (HENRIQUE & CEREDA, 1999). Este é mundialmente conhecido e apreciado, onde seus maiores produtores dentro do Brasil, são os estados de Minas Gerais e São Paulo. A coloração do morango é devido às antocianinas, e o seu sabor característico é devido aos ácidos cítrico e málico, e aos açúcares (SILVA,

2006). A produção nacional de morango, tradicionalmente, destina-se ao mercado in natura e à industrialização de geleias, sucos e polpas (CHITARRA & CHITARRA, 2005; CALVETE et al., 2008). Dentre as propriedades do morango, destacam-se a sua ação antioxidante, a capacidade de reduzir a suscetibilidade a infecções, o seu efeito diurético e sua atividade anti-inflamatória em reumatismo e gota. O morango é rico em vitamina C, uma vitamina hidrossolúvel de extrema importância para o organismo humano e encontrada em frutos cítricos. Desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral (ANDRADE et al., 2002).

Dessa forma, o intuito deste trabalho é produzir um canudo comestível a base de pectina e morango, sugerindo assim uma nova alternativa para a substituição do canudo de plástico, logo contribuindo com a diminuição dos impactos causados pelo descarte inadequado de plástico no meio ambiente.

2 METODOLOGIA

Nesse tópico serão dispostos os reagentes, materiais e técnicas necessárias para a produção e testes de integridade do canudo biodegradável comestível à base de pectina e morango.

2.1. MATERIAIS E REAGENTES

Todos os reagentes utilizados neste trabalho estão listados conforme a Tabela 1.

Tabela 1: reagentes e suas respectivas fórmulas.

Reagentes	Fórmula Molecular
Glicerol	C ₃ H ₈ O ₃
Sacarose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
Etanol	C ₂ H ₅ OH
Polpa de Morango	Não se aplica
Pectina	Copolímero
Cloreto de Potássio	KCl
Carboximetilcelulose	C ₆ H ₇ O ₂
Cloreto de Sódio	NaCl
Sorbitol	C ₆ H ₁₄ O ₆
Fosfato Monossódico	NaH ₂ PO ₄
Cloreto de cálcio dihidratado	CaCl ₂ .2H ₂ O

Fonte: do próprio autor. (2022)

Os morangos para a extração da polpa foram adquiridos na Feira Livre de rua do Bairro Vila Marari (São Paulo, Brasil).

Os equipamentos e materiais utilizados foram mixer, balança analítica, balança digital, bico de bunsen, béqueres de 50 mL, béqueres de 100 mL, béqueres de 600 mL, balões volumétricos de

100 mL e 250 mL, tripé, tela de amianto, tábuas de vidro, espátulas de plástico, espátulas de metal, pipetas plásticas, termômetro, potes de plástico, peneira, bagueta e facas.

2.2. MÉTODOS

2.2.1. PREPARO DO CANUDO DE PECTINA E MORANGO

Foram pesados em 2 béqueres de 100 mL separadamente, 20g de pectina e 80g de sacarose. Em seguida foram misturados em um único béquer com o auxílio de uma espátula. Baseado no trabalho de Molena, et al., 2019.

Paralelamente, os morangos que foram comprados, foram lavados, em seguida cortados e assim, foi colocado no mixer para a obtenção da polpa do morango. Dessa forma, foram pesados 300g de polpa de morango e em seguida colocados para aquecer no bico de Bunsen a aproximadamente 80°C, como representado na Figura 2.

Figura 2: processo de gelificação



Fonte: do próprio autor. (2022)

Durante o aquecimento, foram adicionados no béquer contendo a polpa, a pectina e o açúcar gradativamente, agitando a mistura com o auxílio de uma bagueta até apresentar um aspecto homogêneo. Sendo este um processo de gelificação baseado em Molena, et al., 2019.

Após este processo, foi espalhado glicerina sobre as tábuas de vidro para garantir a hidrofobia do filme, em seguida a mistura foi derramada e espalhada ainda quente sobre as tábuas com o auxílio de uma espátula, aparentando um aspecto fino, depois deixada em uma capela de fluxo laminar sob radiação UV para sua solidificação por 1 semana. Uma vez consistentes, os filmes foram enrolados e termosoldados no formato de canudo.

2.2.2. TESTES ORGANOLÉPTICOS

Foi ministrado o teste organoléptico dos canudos, onde estes foram produzidos no Laboratório de Nutrição para poderem ser

consumidos. Sendo um lote de 14 canudos para testes de sabor, odor e textura, sendo consumidos e utilizados junto à Coca Cola gelada por alunos voluntários da instituição ETEC Irmã Agostina.

Um formulário foi desenvolvido para aqueles que utilizaram os canudos para descrever suas experiências em que as perguntas eram sobre o sabor do canudo, o odor, a textura em contato com a boca e mãos.

2.2.3. PREPARO DE SOLUÇÕES PARA OS TESTES

Para o preparo de 100mL de solução alcoólica, nas concentrações de 10, 20, e 40% (v/v), foi feito a diluição de álcool 70°GL a fim de obter a porcentagem desejada. Os volumes utilizados estão listados conforme a Tabela 2.

Tabela 2: volumes utilizados para o preparo das soluções alcoólicas.

Concentração das soluções	Volume de álcool 70 °GL	Volume de água
10%	14,29 mL	85,71 mL
20%	28,57 mL	71,53 mL
40%	57,14 mL	42,86 mL

Fonte: do próprio autor. (2022)

Para o preparo da solução salivar, foram utilizados 2,746 g de Carboximetilcelulose ($C_6H_7O_2$), 0,0346 g de cloreto de potássio (KCl), 0,0346 g de cloreto de sódio (NaCl), 0,9212 g de sorbitol líquido ($C_6H_{14}O_6$), 0,0855 g de fosfato monossódico (NaH_2PO_4), 0,0443 g de cloreto de cálcio dihidratado ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$), completando assim o menisco de um balão volumétrico de 250 mL com água destilada, baseado em Silva et al., 2021.

2.2.4. CORPOS DE PROVA

Para a realização dos testes de degradação e biodegradação, os corpos de prova foram padronizados em 4,5 X 5 cm.

2.2.5. TESTE DE DEGRADAÇÃO

Para o ensaio de degradação, foi feita uma análise quantitativa, os corpos de prova foram colocados separadamente em béqueres de 50 mL contendo 25 mL de meios diferentes, sendo estes, soluções alcoólicas com concentrações de 10, 20 e 40%, solução salivar artificial, água à temperatura ambiente, água gelada e Coca Cola. Cada corpo de prova foi pesado inicialmente e colocado em seu respectivo meio, como apresentado na Figura 3, ficando em contato com os líquidos em triplicatas de 5 e 10 minutos, em seguida foram retirados, manualmente secos e deixados para secar na capela de fluxo laminar sob raio UV, após sua secagem, foram pesados novamente.

Figura 3: corpos de prova em contato com seus meios



Fonte: do próprio autor. (2022)

2.2.6. TESTE DE BIODEGRADAÇÃO

Para a realização dos testes de biodegradação, corpos de prova foram colocados em potes plásticos para testes qualitativos. Após isso foram cobertos inteiramente por terra da marca Terra Nobre de composição 50% terra vermelha e 50% terra marrom em temperatura constante e abrigados de influências climáticas, avaliados qualitativamente em intervalos de 15 em 15 dias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. PREPARO DO CANUDO DE PECTINA E MORANGO

Foi obtido sucesso na metodologia para a confecção dos filmes de pectina e morango, apresentados na Figura 4, resultando assim em filmes flexíveis, resistentes, com um aspecto homogêneo e coloração vermelha, o que já era esperado por conta da polpa de morango.

Figura 4: filmes de pectina e morango



Após a secagem, estes puderam ser retirados com facilidade de cada uma das tábuas e em seguida foram cortados para serem enrolados em forma de canudo. Cada filme foi capaz de gerar ao menos 4 canudos de 15 cm de comprimento cada, conforme a Figura 5.

Figura 5: canudos de pectina e morango



3.2. TESTES ORGANOLÉPTICOS

Com o retorno dos formulários, foi possível concluir que os testes organolépticos foram satisfatórios, visto que o canudo não interfere no gosto da bebida, onde o produto apresentou uma boa aparência, resistência, uma textura agradável tanto na boca, quanto nas mãos, não interferiu no sabor da bebida e não obteve um odor marcante.

3.3. CORPOS DE PROVA

Foram produzidos cerca de 315 corpos de prova, sendo que 60% destes foram descartados por erro de metodologia nos testes, e aproximadamente 40% foram utilizados para a obtenção de resultados do presente trabalho.

3.4. TESTE DE DEGRADAÇÃO

Para obter os dados referente a resistência do canudo, foram confeccionados 126 corpos de prova, sendo de 3 lotes distintos e testados em 7 meios diferente. Os canudos depois de padronizados foram testados em soluções alcoólicas com concentrações de 10, 20 e 40%, solução salivar artificial, água à temperatura ambiente, água gelada e Coca Cola. Os resultados podem ser observados nas Tabelas 4 e 5, colocados em anexo.

Sendo assim, com os dados coletados, foi possível calcular a taxa percentual de degradação tanto em 5, como em 10 minutos, como apresenta a Tabela 3.

Tabela 3: Taxa percentual média de degradação em 5 e 10 minutos

Meios	5 minutos (%)	10 minutos (%)
10% ETOH	14,9 ± 3,2	22,1 ± 2,4
20% ETOH	16,0 ± 2,6	20,5 ± 2,5
40% ETOH	16,6 ± 2,1	22,1 ± 2,1
Água gelada (10°C)	13,7 ± 2,9	17,6 ± 2,6
Água da torneira	14,4 ± 2,4	22,9 ± 3,0
Saliva artificial	12,9 ± 3,5	16,0 ± 2,7
Coca Cola (10°C)	9,7 ± 2,3	14,6 ± 1,9

Em coca cola, houve o menor percentual de degradação dentro dos intervalos de tempo, já que esta estava em baixa temperatura. Isso se deve principalmente pela propriedade do canudo, em que há maior movimentação térmica entre as moléculas em altas temperaturas e este perde suas propriedades, voltando para o estado de geleia. Já em temperaturas baixas há a menor movimentação térmica entre as moléculas.

A perda de massa máxima em 5 minutos se deu na solução alcoólica de 40%, em torno de 16.6%. Isso se deve porque o filme é hidrofílico, ou seja, tem tendência a fazer pontes de hidrogênio, a mais forte interação molecular existente (JUNQUEIRA, 2020), sendo que interações intermoleculares afetam em muito a degradação. Isso explica também a perda de massa máxima de 22,9% em 10 minutos na água de torneira em temperatura ambiente. A baixa perda percentual em saliva artificial pode ser explicada pela sua composição, com base em Sorbitol, que apesar de ser um poliálcool, tem uma cadeia carbônica maior, que aumenta sua apolaridade, assim como o equilíbrio de cargas devido a sua geometria.

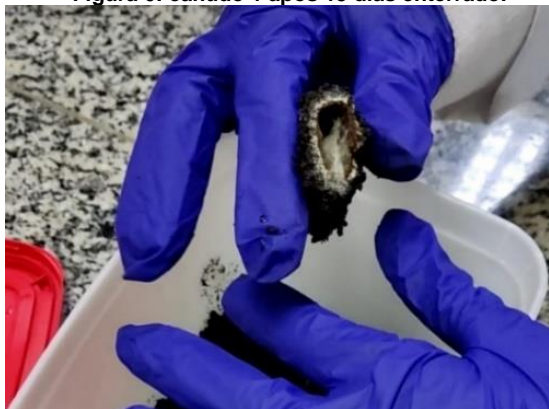
Com base nos dados obtidos, concluímos que o objetivo do teste foi alcançado e os resultados foram satisfatórios, porém poderiam ter sido melhores, propondo uma alteração na composição do canudo para uma possível melhora na durabilidade em contato com alguns líquidos.

3.5. TESTE DE BIODEGRADAÇÃO

Após o período de 15 dias em que os canudos foram enterrados, estes foram retirados respectivamente, avaliados visualmente e registrados por fotos individualmente. Apenas 1 lote foi utilizado por conta de erro metodológico.

Após 15 dias, o primeiro corpo de prova foi desenterrado e foi possível avaliar o crescimento de fungos, bactérias e diminuição de espessura, sendo assim foi bem-sucedida a biodegradação como demonstrado na Figura 6.

Figura 6: canudo 1 após 15 dias enterrado.



Após os 30 dias, conseguimos visualizar no segundo corpo de prova um crescimento maior de fungos e bactérias e tivemos uma maior degradação visto que ele estava mais quebradiço e restou menos matéria como apresentado na Figura 7.

Figura 7: canudo 2 após 30 dias enterrado



A última análise obteve o maior avanço na degradação após os 45 dias, onde observamos que o terceiro corpo de prova foi quase totalmente consumido pelos microrganismos, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8: canudo 3 após 45 dias enterrado.



Como não foi possível fazer testes quantitativos do material por conta de sua degradação, que não permitia uma análise precisa de tais dados, foi optado por um teste qualitativo dos canudos. Com a análise visual, podemos perceber que em um tempo de 45 dias, eles sofrem uma degradação considerável, visto que é possível notar que os canudos perderam boa parte de suas propriedades e formas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do procedimento experimental e dos dados coletados nas análises realizadas, é possível concluir que a produção de um canudo

biodegradável comestível à base de pectina e morango mostrou-se eficiente, pois foi possível produzi-lo através das técnicas empregadas.

A priori, após a caracterização dos canudos, foram deixados para solidificar em temperatura ambiente. Porém não obtivemos resultados positivos, pois observamos crescimento de microrganismos. Com isso, utilizamos a capela de fluxo laminar para secagem, impedindo o crescimento destes.

Após a realização dos canudos, foram feitas análises, sendo estas de degradação em meios aquosos e alcoólicos, teste organoléptico e biodegradação. No primeiro, foram realizados ensaios em triplicata em 3 lotes distintos, obtendo um resultado satisfatório, sendo que a perda máxima de massa foi dada em 16,6% durante os 5 minutos e 22,9% durante 10 minutos, onde também foi possível notar que o canudo por conta de sua matriz, é hidrofílico e dessa forma, ele tende a fazer ligações de hidrogênio, sendo que também por conta desta e da cinética molecular provocada pela temperatura, tem uma menor degradação em meios de baixa temperatura (10°C). Os testes organolépticos obtiveram um bom resultado, onde o produto apresentou uma boa aparência, resistência, uma textura agradável tanto na boca, quanto nas mãos, não interferiu no sabor da bebida e não obteve um odor marcante, atendendo assim às expectativas esperadas. O teste de biodegradação foi preparado em apenas 1 lote, onde se observou que a matéria foi consumida por microrganismos, bem como a diminuição da sua espessura em um curto período, mostrando que a biodegradação é efetiva.

Foram apontados alguns aspectos que poderiam ser abordados na realização do trabalho, como ensaios microbiológicos em amostras do canudo, um substituto para o açúcar já que seu uso em excesso não é saudável, testes quantitativos quanto à biodegradabilidade do material, testes de biodegradação qualitativos com mais de 1 lote para efeito de comparação, testes de degradação em diferentes ácidos orgânicos, aprimorar técnicas para moldar os filmes em forma de canudos e buscar uma melhora na composição para que o produto tenha maior resistência e durabilidade em alguns meios.

Por fim, a realização da pesquisa, de modo geral, apresentou resultados satisfatórios, sua produção mostrou ser viável e apresentou uma alternativa que diminui o consumo de plásticos descartáveis nocivos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

Paul T. ANASTAS (1999). Green Chemistry and the Role of Analytical Methodology Development, **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, 29:3, 167-175, DOI:10.1080/10408349891199356

ANDRADE, C. T., & BRANDÃO, E. M. (Setembro de 1999). **Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação**. SciELO.

ANDRADE, R. S. G. de ; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A. ; NÓBREGA, J.A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, São Paulo, v.27, n.especial, 2002.

BRINKLOW, A. **Lawmakers want plastic-straw ban to fight litter**. 2018. Disponível em: <https://sf.curbed.com/2018/5/16/17361028/katy-tang-plastic-straw-ban-litterl-san-francisco>. Acesso em: 11 jun. 2022.

CALVETE, E.O. et al. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.396- 401, 2008. Disponível em: . Acesso em: 06 fev 2012. doi: 10.1590/S0100-29452008000200022.

CANTERI, M. H., MORENO, L., WOSIACKI, G., & SCHEER, A. d. (10 de abril de 2012). **Pectina: da matéria-prima ao produto final**. SciELO.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed.rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

DAVID, C. C. L.; SANTOS, E. R.; OLIVEIRA, M. S. Estudo de alternativas para reduzir custos ambientais com desperdício. **Revista de Estudos Interdisciplinares do Vale do Araguaia- -REIVA**, v. 1, n. 03, p. 10-10, 2018.

EUROPEAN COMMISSION. **Single-use plastics: New EU rules to reduce marine litter**. 28 mai. 2018. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_18_3927. Acesso em: 11 jun. 2022.

HENRIQUE, C.M. ; CEREDA, M. P.Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.270-276, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

JUNQUEIRA, Marianna M. e MAXIMIANO, Flavio A (Janeiro de 2020). **INTERAÇÕES INTERMOLECULARES E O FENÔMENO DA SOLUBILIDADE: EXPLICAÇÕES DE GRADUANDOS EM QUÍMICA**. SciELO

LEGNAIOLI, S. **Canudos plásticos, impactos e alternativas ao consumo**. Ecycle [online], 2018. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/canudo-de-plastico/> Acesso em: 11 junho 2022.

LENARDÃO, J.E., FREITAG, R.A., DABDOUB, M.J., BATISTA, A.C.F., SILVEIRA, C.C. (17 de março de 2003). **“GREEN CHEMISTRY” OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE E SUA INSERÇÃO NAS ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA**. SciELO.

MOLENA, A. C., VIDOTTO, A. A. & GUERRA, A. (2019). **PRODUÇÃO DE CANUDOS BIODEGRADÁVEIS E COMESTÍVEIS A BASE DE PECTINA**. OSVALDO CRUZ - SP, CPS - ETEC AMIM JUNDI.

NETO, A. M. (2019). **Os canudos plásticos e suas políticas públicas de regulamentação nos países americanos**. Rio de Janeiro: UFRJ.

ONU NEWS. Organização das Nações Unidas. **EM DIA MUNDIAL DOS OCENOS, ONU PEDE ATENÇÃO AO IMPACTO DAS AÇÕES HUMANAS**. 09 jun. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/06/1675231>. Acesso em: 11 jun. 2022.

PRADO, A.G.S. (6 de outubro de 2003). **QUÍMICA VERDE, OS DESAFIOS DA QUÍMICA DO NOVO MILÊNIO**. SciELO.

SÃO PAULO (Estado). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. **Manual para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso das Escolas Técnicas do Centro Paula Souza**. São Paulo: CEETEPS, 2015. 65 p.

SILVA, P.A. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras-MG, armazenados em temperatura ambiente**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA, L. d., SOUZA, T. D., LIMA, C. M., BENEDITO, L. Z., SANTANA, R. F., & PINTO JÚNIOR, W. R. (2021). **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Científica Digital.

UNEP. UN Enviroment Programme. **O MUNDO PRECISA ACELERAR AS AÇÕES PARA**

CONTER A POLUIÇÃO PLÁSTICA. 17 mar. 2017. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-mundo-precisa-acelerar-acoes-para-conter-poluicao-plastica>. Acesso em: 11 jun. 2022.

ANEXOS

A perda de massa dos canudos, resultada pelo teste de degradação, tanto em 5, como em 10 minutos, podem ser observadas Tabelas 5 e 6, colocados em anexo.

Tabela 5: Resultado do Teste de degradação com 5 minutos de duração

		Teste 5 minutos						
		10% ETOH	20% ETOH	40% ETOH	água gelada	água torneira	Saliva artificial	Coca Cola
Lote 3	Massa 3 final	0,6376	0,774	0,8049	1,1486	0,734	1,0987	0,6766
	Massa 3 inicial	0,8777	1,0995	1,1308	1,4653	0,9204	1,4489	0,869
	Massa 2 final	0,9675	0,9186	0,9666	0,6866	0,638	0,9634	0,8867
	Massa 2 inicial	1,191	1,2501	1,2265	0,971	0,8438	1,4317	1,0635
	Massa 1 final	0,7372	1,0705	0,8741	0,8484	0,8251	0,7092	0,833
	Massa 1 inicial	1,0584	1,3795	1,0931	1,0938	1,0749	0,9053	0,9894
Lote 2	Massa 3 final	1,4303	1,4605	1,4753	1,7568	1,4051	1,4599	1,1156
	Massa 3 inicial	1,5949	1,6285	1,6447	1,9199	1,5631	1,5497	1,2167
	Massa 2 final	1,1623	1,6143	1,7236	1,0516	1,6572	1,0179	1,7565
	Massa 2 inicial	1,377	1,7843	1,9031	1,1805	1,8243	1,1198	1,8712
	Massa 1 final	1,7856	1,3281	1,404	1,4939	1,0074	1,6924	1,7398
	Massa 1 inicial	1,9343	1,5129	1,5739	1,6386	1,1855	1,787	1,8479
Lote 1	Massa 3 final	1,9335	2,8723	2,5345	2,1764	3,0385	2,2947	2,5586
	Massa 3 inicial	2,1789	3,1922	2,9952	2,4226	3,2187	2,5127	2,7012
	Massa 2 final	1,896	3,1975	2,1962	1,9717	1,5618	2,9922	2,6018
	Massa 2 inicial	2,1566	3,5995	2,6322	2,1748	1,8487	3,0248	2,7408
	Massa 1 final	3,7916	2,376	2,6654	2,3445	2,05	1,6165	1,7782
	Massa 1 inicial	3,8051	2,6933	3,2036	2,4032	2,194	1,7496	1,8137

Tabela 6: Resultado do Teste de degradação com 10 minutos de duração

		Teste 10 minutos						
		10% ETOH	20% ETOH	40% ETOH	água gelada	água torneira	Saliva artificial	Coca Cola
Lote 3	Massa 3 final	0,6505	0,9145	0,8049	0,9374	0,6818	1,1932	0,6816
	Massa 3 inicial	0,9496	1,282	1,168	1,2375	1,0016	1,6293	0,8717
	Massa 2 final	0,9962	1,0975	0,9057	0,7757	0,8454	0,9503	1,0707
	Massa 2 inicial	1,3604	1,555	1,3275	1,0841	1,2034	1,2345	1,3252
	Massa 1 final	0,6056	0,9429	0,8102	1,3233	0,8149	0,8678	0,9121
	Massa 1 inicial	0,8288	1,324	1,0685	1,7653	1,3166	1,1457	1,1611
Lote 2	Massa 3 final	1,4357	1,2695	0,8674	1,0728	1,6964	1,6777	1,666
	Massa 3 inicial	1,6709	1,497	1,0673	1,273	1,9002	1,7535	1,776
	Massa 2 final	1,0956	1,4333	1,1037	1,112	1,5275	1,5918	1,0689
	Massa 2 inicial	1,3192	1,5647	1,3042	1,2918	1,7823	1,6906	1,1816
	Massa 1 final	1,4832	1,1718	1,0429	1,1721	1,1448	1,2834	1,1727
	Massa 1 inicial	1,7257	1,3937	1,2364	1,342	1,3912	1,4312	1,2877
Lote 1	Massa 3 final	1,0389	2,4649	3,2495	1,6079	1,8504	1,4088	1,7827
	Massa 3 inicial	1,526	2,9147	3,8834	1,6461	2,3078	1,6173	2,0947
	Massa 2 final	2,1966	1,8866	1,303	1,4565	1,5116	1,3091	1,513
	Massa 2 inicial	2,6498	2,4116	1,7348	1,7984	2,0195	1,5944	1,7984
	Massa 1 final	1,9326	2,0097	2,0497	2,264	1,88	1,4487	1,9862
	Massa 1 inicial	2,4071	2,5285	2,6059	2,7157	2,3059	1,7897	2,2907