

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL AMIM JUNDI
Habilitação Profissional de Técnico em Química

Aline Cristiane Molena
Alex Aparecido Vidotto
Ariane Guerra

**PRODUÇÃO DE CANUDOS BIODEGRADÁVEIS E COMESTÍVEIS A
BASE DE PECTINA**

Oswaldo Cruz

2019

**Aline Cristiane Molena
Alex Aparecido Vidotto
Ariane Guerra**

**PRODUÇÃO DE CANUDOS BIODEGRADÁVEIS E COMESTÍVEIS A
BASE DE PECTINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Amim Jundi, orientado pela Profa. Rebeca Zuliani Galvão, como requisito final para obtenção do título de Técnico em Química.

Oswaldo Cruz

2019

RESUMO

Atualmente, um dos grandes temas discutidos é o grave problema ambiental gerado pelos canudos plásticos, que ao serem descartados ficam na natureza por aproximadamente 400 anos. Na intenção de conscientizar a população de buscar por meios que minimizem esses impactos, o presente estudo visa orientar e conscientizar as pessoas sobre o uso abusivo do canudo plástico, mostrando meios acessíveis de obtenção desse produto. Para tanto, buscou-se desenvolver um canudo com características biodegradáveis e comestíveis a base de pectina, um polissacarídeo presente nas paredes celulares do tecido vegetal. A partir de testes experimentais, pode-se chegar a uma composição de um filme adequado para produção de canudos que apresentaram características biodegradáveis e comestíveis, mas que ainda precisam ser aperfeiçoados em relação a durabilidade em solução aquosa.

Palavras-chave: Canudo. Biodegradável. Comestível.

ABSTRACT

Currently, one of the major topics discussed is the serious environmental problem generated by plastic straws, which when discarded are in nature for approximately 400 years. In an attempt to make the population aware of finding ways to minimize these impacts, the present study aims to guide and make people aware of the abusive use of plastic straw, showing accessible means of obtaining this product. The aim of this work was to develop a straw with biodegradable and edible characteristics based on pectin, a polysaccharide present in the cell walls of plant tissue. From experimental tests, it is possible to arrive at a composition of a film suitable for the production of straws which presented biodegradable and edible characteristics, but which still need to be improved in relation to the durability in aqueous solution.

Keywords: Straw. Biodegradable. Edible.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REGISTRO DO PRIMEIRO CANUDO UTILIZADO PELO HOMEM.....	9
FIGURA 2 - CANUDO FEITO DE OURO E LÁPIS-LAZULI	9
FIGURA 3 - MONÔMERO DO POLIPROPILENO.	11
FIGURA 4 - POLUIÇÃO DOS (A) MARES E (B) RIOS POR RESÍDUOS PLÁSTICOS.....	12
FIGURA 5 - PLÁSTICO ENCONTRADO NO ESTÔMAGO DE AVES COSTEIRAS.....	13
FIGURA 6 - CANUDOS DE METAL.	14
FIGURA 7 - CANUDOS DE BAMBU.	14
FIGURA 8 - CANUDOS DE VIDRO.....	15
FIGURA 9 - ESTRUTURA QUÍMICA DA MOLÉCULA DE PECTINA.....	16
FIGURA 10 - (A) AÇÚCAR DEMERARA E PECTINA E (B) MISTURA DO AÇÚCAR DEMERARA COM PECTINA.....	22
FIGURA 11 - (A) SUCO DA POLPA DE MORANGO E MISTURA DE PECTINA COM AÇÚCAR DEMERARA; (B) ADIÇÃO DO AÇÚCAR DEMERARA E DA PECTINA NA POLPA DE SUCO DE MORANDO; (C) AQUECIMENTO E HOMOGENEIZAÇÃO DA MISTURA; (D) MISTURA GELEIFICADA.....	22
FIGURA 12 - (A) ESPALHAMENTO DA MISTURA GELEIFICADA DE PECTINA EM UMA SUPERFÍCIE DE VIDRO; (B) SECAGEM EM TEMPERATURA AMBIENTE; (C) SOLIDIFICAÇÃO DA MISTURA; (D) MOLDAGEM MANUAL DOS FILMES.	23
FIGURA 13 - IMPERMEABILIZAÇÃO DOS CANUDOS.....	23
FIGURA 14 - ETAPAS DO PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL PARA A PRODUÇÃO DO CANUDO (A) AÇÚCAR DEMERARA E PECTINA E (B) MISTURA DO AÇÚCAR DEMERARA COM PECTINA; (C) SUCO DA POLPA DE MORANGO E MISTURA DE PECTINA COM AÇÚCAR DEMERARA; (D) ADIÇÃO DO AÇÚCAR DEMERARA E DA PECTINA NA POLPA DE SUCO DE MORANDO; (E) AQUECIMENTO E HOMOGENEIZAÇÃO DA MISTURA; (D) MISTURA GELEIFICADA; (E) ESPALHAMENTO DA MISTURA GELEIFICADA DE PECTINA EM UMA SUPERFÍCIE DE VIDRO; (F) SECAGEM EM TEMPERATURA AMBIENTE; (G) SOLIDIFICAÇÃO DA MISTURA; (H) MOLDAGEM MANUAL DOS FILMES; (I) IMPERMEABILIZAÇÃO DOS CANUDOS; (J) CANUDOS IMPERMEABILIZADOS.	24
FIGURA 15 - TESTES DE DURABILIDADE DO CANUDO EM DIFERENTES LÍQUIDOS.....	26
FIGURA 16 - TESTES DE DURABILIDADE DO CANUDO EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	27

LISTAS DE QUADROS

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DE PECTINA E ACIDEZ DE ALGUMAS FRUTAS.....	18
QUADRO 2 - PROCESSO DE OBTENÇÃO DA PECTINA REALIZADO EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS.	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivos gerais	8
1.1.1	Objetivos específicos	8
2	DESENVOLVIMENTO	9
2.1	Levantamentos históricos dos canudos	9
2.2	Composição química do canudo convencional feito de plástico	11
2.3	Impactos ambientais dos canudos de plásticos	11
2.4	Alternativas para diminuição da utilização de canudos plásticos	14
2.5	Principais características da Pectina	15
2.5.1	Principais fontes de pectina	17
2.5.2	Aplicações da pectina	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	Materiais e métodos	21
3.1.1	Reagentes e equipamentos	21
3.1.2	Procedimento experimental de produção do canudo biodegradável comestível a base de filmes de pectina	21
4	RESULTADOS	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, dentre os vários fatores que contribuem para a poluição do meio ambiente, os resíduos sólidos têm contribuído de maneira intensa para os impactos negativos na natureza, por isso cada vez mais busca-se por alternativas sustentáveis, afim de minimizar os danos causados por esses materiais.

Dentre os resíduos sólidos, os plásticos apresentam graves problemas, pois apresenta um longo tempo de decomposição, e nesse tempo, acabam poluindo a água, o solo e quando queimados, podem gerar gases poluente e tóxicos. As grandes quantidades de plásticos residuais são provenientes da composição de diversos objetos e materiais que são utilizados constantemente, como embalagens, calçados, peças de computadores, celulares, automóveis, canudos e embalagens descartáveis. A sua larga utilização, deve-se ao fato de serem versáteis, baratos, maleáveis e duráveis (SILVA, 2018).

Os canudos plásticos, tem se tornado um grande contribuinte, ocasionando danos ambientais irreparáveis, embora este seja largamente em nosso país. O fato de não apresentar um curto tempo de decomposição, ocorre devido a sua composição química, que contém poliestireno e polipropileno, substâncias que são derivadas do petróleo, e estas não são atrativos dos microrganismos responsáveis pela decomposição de matéria orgânica, fazendo com que o material não se decomponha contribuindo dessa forma para que a produção de lixo no mundo aumente.

Segundo a revista *Época* (PORQUE..., 2018, *online*). Relata que os Estados Unidos usam e descartam 500 milhões de canudinhos plásticos por dia. A humanidade gera um total de 275 milhões de toneladas de resíduos plásticos por ano, um valor entre 4,8 milhões e 12,7 milhões de toneladas chega aos oceanos; desse número 0,03% são canudos. Estima-se que 90% das espécies marinhas tenham ingerido produtos plásticos em algum período de vida.

O relatório do Fórum Econômico Mundial de 2016, destaca que, em 2050 teremos mais plástico nos oceanos do que peixe, a cada ano despejou oito milhões de toneladas de plástico. É uma caçamba de caminhão de lixo sendo jogada nas águas por minuto. Se nada for feito, a expectativa é de que pule para duas caçambas

por minuto em 2030 e para quatro caçambas em 2050. Hoje, diz o relatório, que temos mais de 150 milhões de toneladas de plástico nos oceanos (PORQUE..., 2018, *online*).

Embora esses dados sejam bastante preocupantes, o consumo consciente está mais presente nas nossas vidas e com isso surge novas ideias como a campanha *For a Strawless Ocean* (Por um Oceano sem Canudinhos), iniciada por uma ONG de Seattle, nos Estados Unidos, e responsável pela *hashtag StopSucking* (em inglês, há duplo sentido: “pare de chupar” e “para de ser desagradável”), começaram a alimentar a discussão sobre o tema.

Desta forma faz-se necessário à pesquisa de novos materiais biodegradáveis que possam ser utilizados para substituir os canudos plásticos, dentre eles o polímero à base de pectina. Por isso, o intuito desse trabalho é produzir um canudo biodegradável e comestível à base de pectina de frutas, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais causados pela poluição principalmente nos mares e oceanos.

1.1 Objetivos gerais

Produzir um canudo biodegradável e comestível à base de pectina de frutas, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais causados pela poluição principalmente nos mares e oceanos.

1.1.1 Objetivos específicos

- ✓ Levantar informações teóricas sobre o tema abordado;
- ✓ Estudar as formas viáveis de produzir o canudo biodegradável e comestível;
- ✓ Produzir pavimentos mais duráveis, com reflexos positivos em relação ao problema da disposição final de pneus velho sem locais inadequados Desenvolver um procedimento viável para a produção de um canudo biodegradável e comestível.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Levantamentos históricos dos canudos

O primeiro canudo que se tem registro na história é de 3.000 anos A.C., em plena Mesopotâmia, tiveram como idealizadores os povos sumérios, que os utilizavam para beber cerveja, conforme a Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Registro do primeiro canudo utilizado pelo homem.



Fonte: (CANUDOS..., 2007, *online*).

Há muitos registros em quadros, desenhos deste povo usando um canudo longo, que servia para impedir que os sedimentos superiores fossem bebidos. Ele era um utensílio de muita beleza, e provavelmente o canudo mais caro da história, era usado somente pela nobreza, era feito de ouro e lápis-lazúli (lazulita é uma rocha metamórfica de cor azul) que eram matérias-primas muito restritas na época, ilustrada pela Figura 2 abaixo.

Figura 2 - Canudo feito de ouro e lápis-lazuli



Fonte: (CANUDOS..., 2007, *online*).

Ao longo da história, os canudos foram sendo modificados. Há registro que em 1800 de canudos eram feitos com a palha do centeio por ser um material barato, macio, no entanto, se desfazia facilmente em meio aquoso e além disso, ocasionava um sabor de centeio as bebidas (CANUDOS..., 2007, *online*).

Os canudos de papel de arroz eram bem usados na Ásia. E o canudo de papel foi uma opção também naquela época, onde ele se tornou uma opção difícil e cara, pois era feito com um papel mais resistente, e recebia uma fina camada de cera para deixá-los com propriedades impermeabilizante.

Em 1888 foi patenteado o primeiro canudo da história, pelo americano Marvin Stone, dono de uma fábrica de piteiras de papel, notou a similaridade entre o processo de fabricação de piteiras e a possibilidade de fazer canudos artificiais de papel. Ele enrolou longas faixas de papel ao redor de um lápis e prendeu as extremidades. Com o tempo, Stone aperfeiçoou a invenção, depois de enrolado em espiral, o papel era recoberto com parafina para que o canudo não encharcasse em contato com o líquido. Com o sucesso dos canudinhos, Stone mudou de ramo. A primeira máquina automática de enrolar canudinhos foi criada pela indústria Marvin Stone's em 1906. Ressalta-se que a empresa produz canudos até hoje (CANUDOS..., 2007, *online*).

Embora o canudo de papel tenha sido desenvolvido, não resolvia todos os problemas, pois a durabilidade é pequena, se desintegrando quando permanecia dentro do líquido. O próximo passo da história dos canudos aconteceu em 1937, quando o inventor Joseph B. Friedman, patenteou um canudo de papel dobrável, o *Flex-Straw* (CANUDOS..., 2007, *online*).

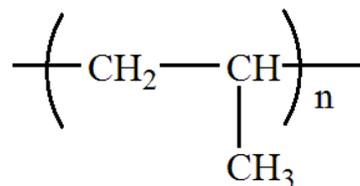
O canudo de plástico chegou ao mercado em volta 1970, apresentando como principais características a resistência, possibilidade de ser dobrável e durável, o que aumentou seu consumo. Em 1980 o canudo de plástico já era unanimidade e com o surgimento bebidas de garrafa, este utensílio passou a ser bem visto pelos consumidores, e com o pensamento de que era mais higiênico beber uma garrafa de refringente de canudo do que direto na própria garrafa, o canudo ganhou mercado.

2.2 Composição química do canudo convencional feito de plástico

O canudo de plástico apresenta em sua composição o polímero polipropileno, substância derivada do petróleo. Os polímeros são moléculas grandes, chamadas de macromoléculas e são formadas através da união de unidades estruturais chamadas de monômeros. A partir de reações de polimerização, os monômeros se unem e se repetem em toda molécula polimérica. O polipropileno apresenta resistências a altas temperaturas e poucos solventes orgânicos podem conseguir solubilizados (POLÍMERO..., 2019, *online*).

A Figura 3 abaixo, representa a unidade estrutural do polipropileno.

Figura 3 - Monômero do polipropileno.



Fonte: (POLIPROPILENO, 2019, *online*).

O canudo feito de polipropileno é um material muito versátil e pode ser encontrado de várias formas, na forma rígida ou macia, em diversas cores ou de forma cristalina. Ele apresenta estabilidade ao calor e à esterilização. Mas para apresentar essas propriedades esse material precisa passar por um rigoroso processo na hora de sua fabricação, ser aquecido a uma temperatura de 50 a 90°C na presença do solvente heptano, o processo é chamado de semifluido e dá origem aos polímeros.

Um das melhores coisas deste material é a capacidade de ser esticado, depois de derretido ele é forçado em orifícios pequenos de forma que obtenha fios elásticos (POLIPROPILENO..., 2016, *online*).

2.3 Impactos ambientais dos canudos de plásticos

Os canudos descartáveis são produzidos a partir de derivados do petróleo que necessitam de mais de 400 anos para se decompor no meio ambiente. Deste modo, o plástico, quando descartado de forma inadequada nas cidades, pode impactar diretamente a natureza, pois através da precipitação, os resíduos serão levados às

redes de drenagens que possuem como destino os rios, que por sua vez desembocam nos oceanos. Estima-se que 10 milhões de toneladas de materiais plásticos cheguem aos oceanos anualmente, sendo destas mais de 100 mil toneladas sejam de canudos plásticos descartáveis.

Nos oceanos, estes fragmentos de plásticos são ingeridos pelos animais, que muitas vezes os confundem com alimentos, assim como ocorre com as tartarugas, que em uma pesquisa recente, mostra que todas as tartarugas marinhas do mundo apresentam microplástico em seus estômagos. Abaixo a Figura 4, ilustrado a poluição dos mares e nos rios gerados por matérias sólidos.

Figura 4 - Poluição dos (a) mares e (b) rios por resíduos plásticos.



(a)



(b)

Fonte: (O AUMENTO..., 2018).

Quando ingeridos, o plástico pode obstruir as vias aéreas ou o tubo digestório e prejudicar as funções vitais dos animais, podendo até leva-los a morte assim como demonstrado na Figura 5 abaixo.

Figura 5 - Plástico encontrado no estômago de aves costeiras



Fonte: (DOMÍNGUEZ, 2016).

Como o plástico, os canudos são materiais sintéticos, não biodegradáveis, muitas vezes estão presente na natureza através de maneira fragmentada, originando micropartículas que ficam em suspensão na água, podendo ser acidentalmente consumidas pelos organismos vivos.

Estudos comprovam que há resíduos de microplástico no sal de cozinha consumido pela população. Quando descartados nos oceanos, o plástico é fragmentado em minúsculos pedaços que são depositados no leito oceânico. No processo de extração do sal marinho, estes polímeros são consumidos pelos seres humanos, podendo ser prejudicial à saúde.

Extinguir o consumo de canudos de plástico se estabeleceu como uma tendência praticamente irreversível em 2018. A rede de cafeterias Starbucks anunciou em 09 de julho de 2018 que irá deixar de usar canudos de plástico em lojas de todo o mundo até 2020, evitando o consumo de mais de um bilhão de canudos. A rede de fastfood McDonald's também anunciou que deixará de usar o apetrecho em lojas do Reino Unido e da Irlanda. Governos também entraram na discussão, com vetos no Rio de Janeiro, Escócia e Reino Unido (PORQUE..., 2018, *online*).

2.4. Alternativas para diminuição da utilização de canudos plásticos

Existem alternativas para a substituição dos canudos convencionais de plástico, como os canudos reutilizáveis, como os canudos de metal, de vidro, de vegetais e de papel.

Os canudos de metal, representado na Figura 6, geralmente de aço inox, são utilizados pelos povos sul-americanos para o consumo de tereré e chimarrão, possuindo como vantagem a durabilidade, apresenta como desvantagem a dificuldade de higienização do mesmo, sendo inviável em restaurantes este tipo de utensílio.

Figura 6 - Canudos de metal.



Fonte: (LEGNAIOLI, 2018).

Os canudos de bambu, representado na Figura 7 a seguir, mostra-se uma boa alternativa aos canudos de plástico, já que possui origem natural, feito através da fibra do bambu. Assim como ao canudo de metal, o de bambu apresenta a desvantagem da lavagem e a vantagem de ser natural, sem grandes impactos ao meio ambiente.

Figura 7 - Canudos de bambu.



Fonte: (LEGNAIOLI, 2018).

Os canudos de vidro, demonstrados na Figura 8 mostram-se práticos, pois podem ser transportados, assim como os anteriores. Sua vantagem é a durabilidade, enquanto sua desvantagem é a fragilidade.

Figura 8 - Canudos de vidro.



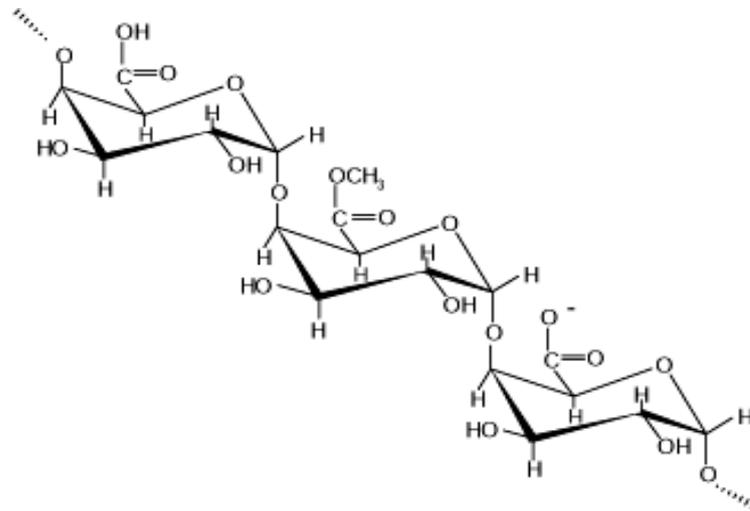
Fonte: (LEGNAIOLI, 2018).

2.5 Principais características da Pectina

As pectinas são polissacarídeos estruturais encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres, principalmente nas cascas dos frutos cítricos (PINHEIRO, 2007).

A Figura 9 representa a estrutura química da pectina, que também é uma macromolécula.

Figura 9 - Estrutura química da molécula de pectina.



Fonte: (PINHEIRO, 2007).

As pectinas contribuem para a adesão entre as células e para a resistência mecânica da parede celular. Além do seu papel importante no crescimento das células, elas estão envolvidas em interações com agentes patogênicos e a sua quantidade e natureza são determinantes para a textura de frutos em geral durante o crescimento, amadurecimento, armazenamento e processamento. A combinação de pectina com a celulose e hemicelulose por ligações covalentes dá origem a protopectina, que é insolúvel em água (BRANDÃO; ANDRADE, 1999).

As pectinas comumente encontradas em frutas, apresentam-se sob diversas formas, dentre as quais podemos citar as protopectinas, ácidos pectínicos e ácidos pécticos. Nos tecidos dos frutos imaturos as pectinas presentes são denominadas de protopectinas. Nesta condição as protopectinas encontram-se ligadas ao cálcio das paredes celulares formando o pectato de cálcio, o qual é insolúvel em água, e tem a maior parte dos seus grupos carboxílicos esterificados. A protopectina é abundante em frutas verdes que já tenham atingido o pleno desenvolvimento. Durante o subsequente amadurecimento, ela é hidrolisada para pectina por ação de enzima e, durante o apodrecimento ou o amadurecimento demasiado, cuja pectina pode ser decomposta e formar o álcool metílico e o ácido péctico.

Ácidos pectínicos são obtidas a partir da hidrólise da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonases (PG). São consideradas substâncias coloidais, não

necessariamente solúveis em água e que contém uma proporção variável de grupos metoxilas na forma de ésteres.

Os ácidos pectínicos aparecem nas plantas à medida que avança a sua maturação. Esses ácidos são oriundos da ação das enzimas pectinametilesterase (PME) durante o processo de amadurecimento, promovendo a remoção dos grupos metílicos dos polímeros, dando origem às substâncias pécticas que não formam gel.

2.5.1 Principais fontes de pectina

As principais fontes para a extração comercial de pectina constituem-se em frutas verdes e cascas de frutas cítricas, as quais dão origem a pectinas descritas no quadro abaixo.

O Quadro 1 abaixo mostra a classificação de algumas frutas, seus teores de pectina e acidez.

Quadro 1 - Classificação de pectina e acidez de algumas frutas.

Frutas	Pectina			Acidez		
	Rica	Media	Pobre	Alta	Media	Baixa
Abacaxi			X	X		
Acerola			X		X	
Cajá manga			X	X		
Caju			X		X	
Caqui			X			X
Carambola (ácida)			X		X	
Figo verde ou de vez	X					X
Fruta-do-conde			X		X	
Goiaba (vermelha madura e de vez)	X				X	
Groselha	X			X		
Jaboticaba (comum)			X		X	
Jaboticaba (ponhema)			X	X		
Jaboticaba (saberá) com casca		X		X		
Laranja (baiana e pera) fruta inteira	X			X		
Limão (cidra e siciliano)	X			X		
Maçã (ácida argentina)		X		X		
Maçã (Ohio beauty e são João amarela, de vez e madura)	X				X	
Mamão			X			X
Manga (espada)			X	X		
Maracujá (amarelo e roxo) suco			X	X		
Marmelo	X				X	
Morango			X		X	
Nêspera		X		X		
Pêssego verde	X			X		
Roma			X		X	
Uva (ananás, cawba e empire state)			X	X	X	
Uva (Isabel e Niágara)		X		X	X	

Fonte: (PECTINAS..., 2014).

A partir de frutas ou sucos de frutas a indústria alimentícia pode obter a pectina para sua utilização ou comercialização. O Quadro 2 abaixo, demonstra sucintamente a obtenção de pectina a partir do suco de frutas.

Quadro 2 - Processo de obtenção da pectina realizado em indústrias alimentícias.

Etapas	Justificativa
A fábrica de pectina recebe as matérias-primas de vários produtores de sucos ou de bebidas à base de sucos. Na maioria dos casos essas matérias-primas foram lavadas e secadas, podendo assim ser armazenadas sem gerar perdas nem detritos.	Se a matéria-prima é seca pode ser retirada e selecionada a partir do estoque, conforme as necessidades. Matérias-primas cítricas úmidas devem ser processadas imediatamente porque se deterioram rapidamente.
A matéria-prima é colocada em água quente, com um auxiliar de processo (normalmente um ácido mineral, embora outros, como enzimas, possam ser utilizados).	A água sozinha somente extrai uma quantidade muito limitada de pectina.
Após o tempo necessário para extrair a pectina, os sólidos remanescentes são separados e a solução classificada e concentrada por retirada parcial de água.	Os sólidos podem ser separados por filtração, centrifugação ou outros meios. A solução é novamente filtrada se necessário, para clarificá-lo.
Seja diretamente, ou após mais algum tempo para que ocorra modificações da pectina, o líquido concentrado é misturado com um álcool para precipitar a pectina.	A pectina pode ser parcialmente desesterificada nesse estágio; pode também ser feito em um estágio ou anterior do processo.
O precipitado é separado, lavado com mais álcool para remover as impurezas, e seco. O álcool de lavagem pode conter sais ou álcalis para converter a pectina em uma forma parcial de sal (sódio, potássio, cálcio, amônio).	O álcool (normalmente isopropil) é recuperado de forma muito eficiente e reutilizado em novo lote para precipitar mais pectina.
Antes ou depois da secagem, a pectina pode ser tratada com amônio para produzir uma pectina amidada, se necessário.	As pectinas amidadas são preferidas para determinadas aplicações.
O sólido seco é moído em pó, testado e misturado com açúcar ou dextrose para ter-se propriedades de gelificação padrão ou outra propriedade funcional, como viscosidade e poder estabilizante.	As pectinas são também comercializadas misturadas com outros aditivos alimentícios aprovadas, para serem usadas em aplicações ou produtos específicos.

Fonte: (PECTINAS..., 2017, *online*).

2.5.2 Aplicações da pectina

A pectina consiste em um agente de geleificação, sendo usada para dar textura de geleia a produtos alimentícios. São usadas nas indústrias processadoras de frutas, na produção de doces e confeitos, em confeitaria industrial, na indústria láctea, na indústria de bebidas, e em comestíveis finos (COELHO, 2008).

As pectinas são usadas também em outras aplicações não comestíveis, como produtos farmacêuticos e cosméticos. Sua habilidade para propiciar viscosidade e estabilizar emulsões possibilita o uso em suspensões em várias preparações farmacêuticas líquidas. Apresenta efeito biológico, atuando como antidiarreico. São apreciadas como agente de textura natural em cremes, unguentos e óleos e empregadas como estabilizante e espessante nas loções capilares, loções corporais e xampus. É uma substância não irritante em contato com a pele e, inclusive, já foram obtidos efeitos curativos e bactericidas em feridas (PECTINAS..., 2017).

Na indústria do tabaco são utilizadas como cola natural na fabricação de charutos e charutinhos.

3 METODOLOGIA

A metodologia desse estudo baseou-se em duas etapas, a primeira consistiu no levantamento teórico a respeito dos impactos ambientais dos canudos de plásticos e as alternativas para subsumir esse utensílio, afim de minimizar os problemas gerados. A segunda etapa, foi realizada no laboratório físico da Escola Técnica Estadual Amim Jundi, localizada na cidade de Osvaldo Cruz-SP, e consistiu no desenvolvimento de um procedimento experimental para a produção de filmes à base de pectina e utilização destes em canudos biodegradáveis e comestíveis.

3.1 Materiais e métodos

3.1.1 Reagentes e equipamentos

Os reagentes utilizados para preparação dos filmes a base de pectina foram: 40g de açúcar demerara; 150g de polpa de fruta de morango; 10g de pectina industrializada; 2mL de glicerina. Os equipamentos e materiais necessários foram: balança semi-analítica (1) agitador magnético (1); béquer de 250mL (1); béqueres de 100mL (2); tábua de vidro (1); espátulas (2); bastão de vidro (1); pincel (1).

3.1.2 Procedimento experimental de produção do canudo biodegradável comestível a base de filmes de pectina

Inicialmente, em uma balança semi-analítica, foram medidas as massas de 10g de pectina de morango industrializada, 40g de açúcar demerara, em béqueres separados de 100mL. Em seguida, ambas substâncias foram misturadas dentro de apenas um béquer de 100mL com o auxílio de uma espátula. A Figura 10 a seguir, representa as massas de açúcar demerara e pectina, assim como ambas substâncias misturadas.

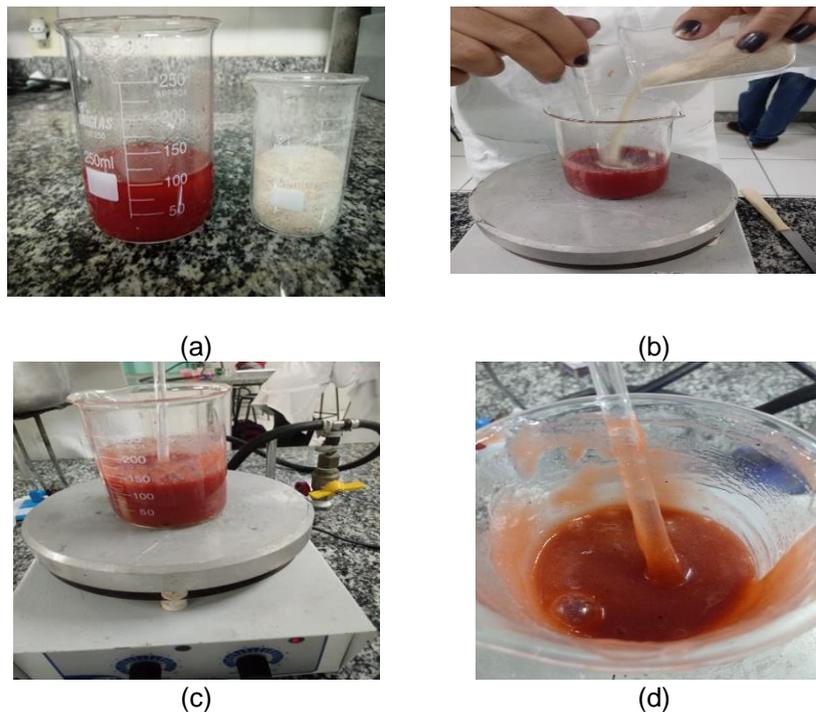
Figura 10 - (a) Açúcar demerara e pectina e (b) mistura do açúcar demerara com pectina.



Fonte: Os autores, 2019.

Em uma balança semi-analítica foi medida a massa de 150g de polpa de morango em um béquer de 250mL que foi colocado para aquecer em uma chapa de aquecimento. Em seguida, adicionou-se gradativamente 40g açúcar demerara e 10g de pectina no béquer contendo a polpa de morango, homogeneizando e agitando a mistura com o auxílio de um bastão de vidro até obtenção de um aspecto homogêneo e viscoso, decorrentes da geleificação. O aquecimento foi realizado durante dez minutos. A Figura 11, demonstra essas etapas.

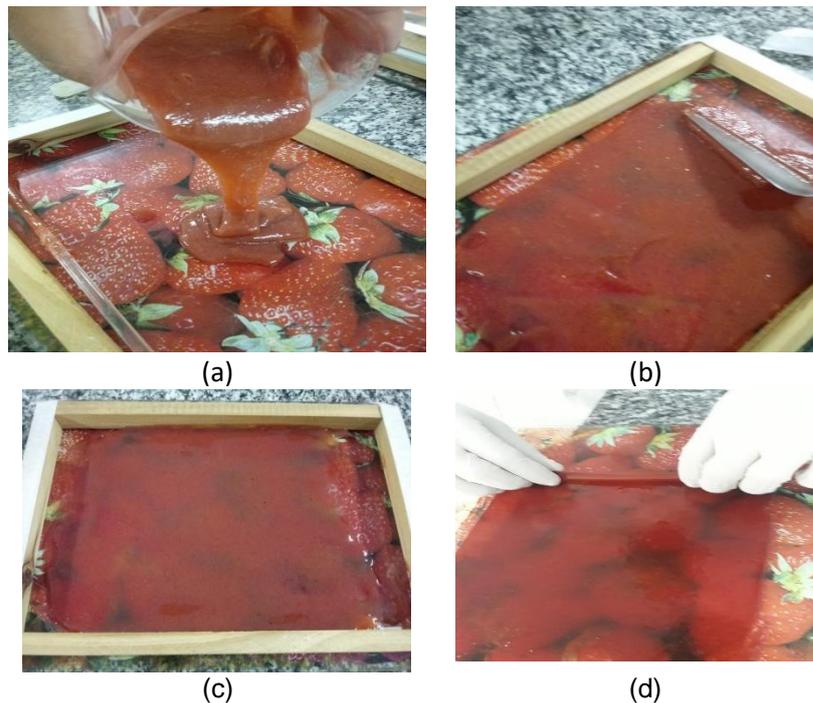
Figura 11 - (a) suco da polpa de morango e mistura de pectina com açúcar demerara; (b) adição do açúcar demerara e da pectina na polpa de suco de morando; (c) aquecimento e homogeneização da mistura; (d) mistura geleificada.



Fonte: Os autores, 2019.

Após a geleificação, a mistura foi colocada em uma tábua de vidro e espalhada com o auxílio de uma espátula para obter um aspecto fino, e foi deixada em temperatura ambiente até sua solidificação. Em seguida, o filme foi moldado manualmente em formatos cilíndricos, como canudos. A Figura 12, demonstram essas etapas.

Figura 12 - (a) Espalhamento da mistura geleificada de pectina em uma superfície de vidro; (b) secagem em temperatura ambiente; (c) solidificação da mistura; (d) moldagem manual dos filmes.



Fonte: Os autores, 2019.

Após serem moldados manualmente, os filmes a base de pectina em formato de canudos, foram impermeabilizados com glicerina com o auxílio de um pincel. A Figura 13 representa essa etapa.

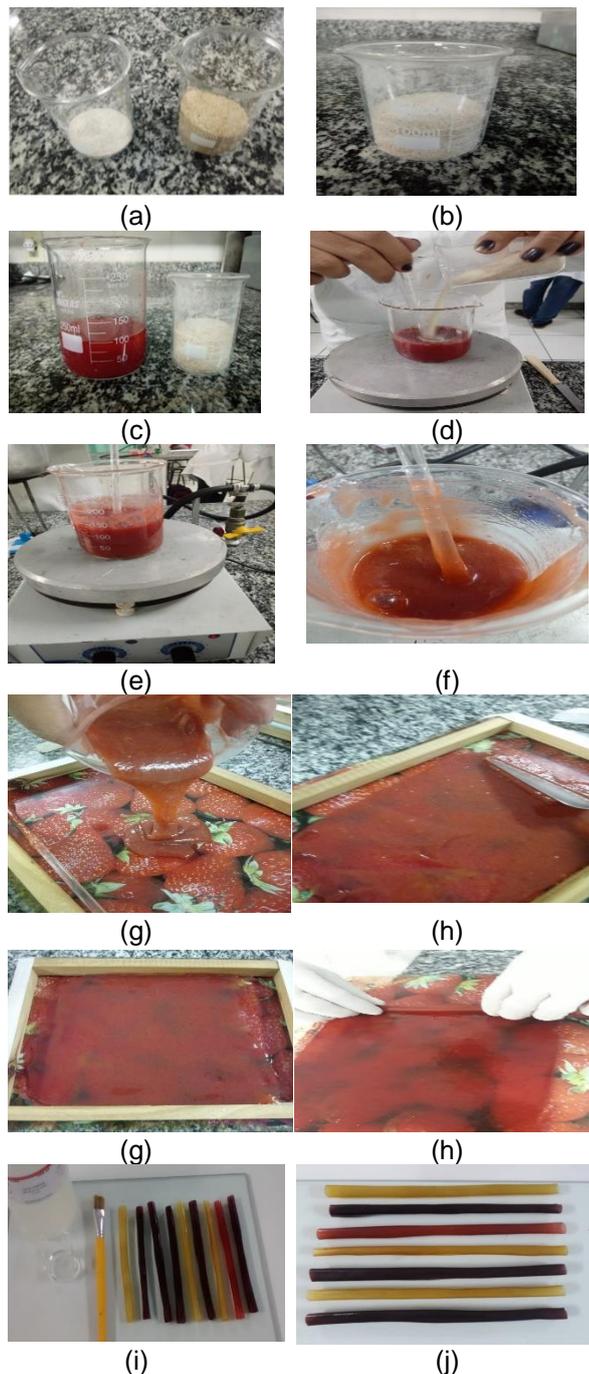
Figura 13 - Impermeabilização dos canudos.



Fonte: os autores, 2019.

A Figura 14 a seguir, demonstra todas as etapas realizadas no processo de produção dos filmes e modelagem dos canudos.

Figura 14 - Etapas do procedimento experimental para a produção do canudo (a) açúcar demerara e pectina e (b) mistura do açúcar demerara com pectina; (c) suco da polpa de morango e mistura de pectina com açúcar demerara; (d) adição do açúcar demerara e da pectina na polpa de suco de morando; (e) aquecimento e homogeneização da mistura; (d) mistura geleificada; (e) espalhamento da mistura geleificada de pectina em uma superfície de vidro; (f) secagem em temperatura ambiente; (g) solidificação da mistura; (h) moldagem manual dos filmes; (i) impermeabilização dos canudos; (j) canudos impermeabilizados.



Fonte: Os autores, 2019.

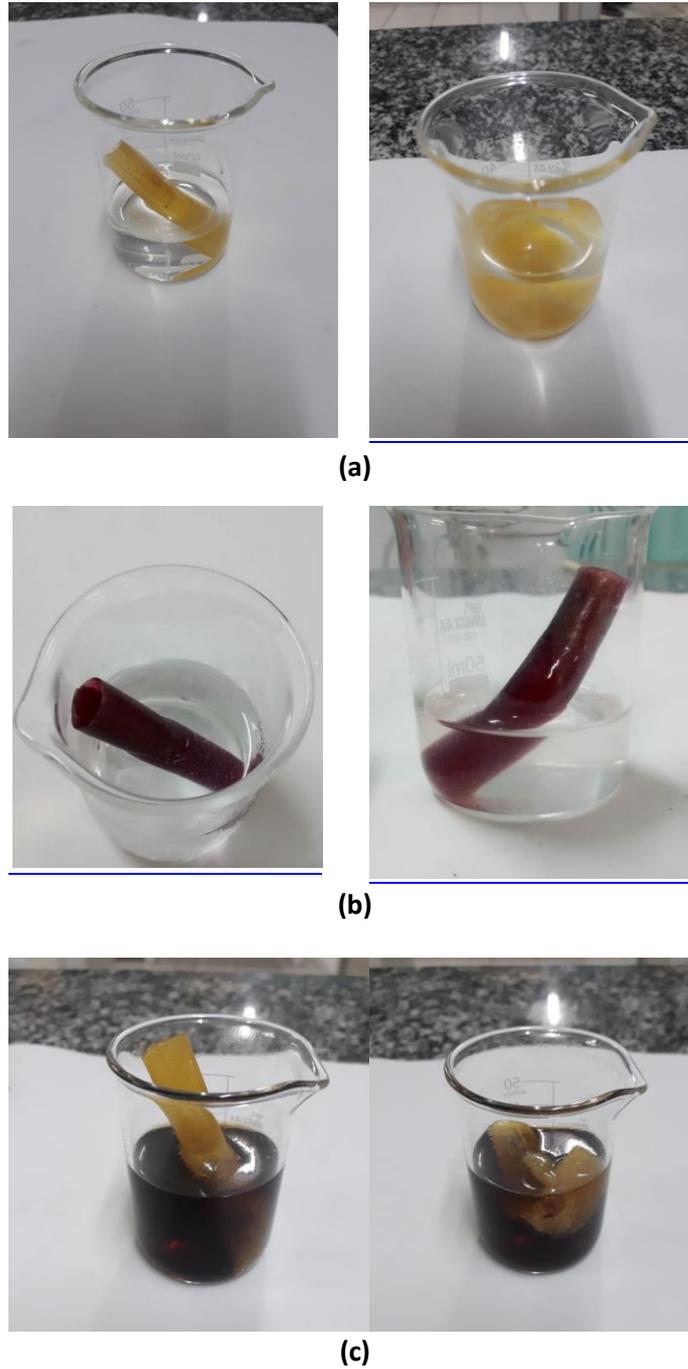
4 RESULTADOS

A escolha da utilização da pectina como base para o desenvolvimento do filme e produção do canudo foi baseada em alguns testes iniciais. Primeiro foram testadas algumas formulações a base de gelatina incolor e outra à base de amido do cará, no entanto, ambas apresentaram resultados insatisfatórios, pois a testada com gelatina incolor produziu um filme com espessura extremamente fina, não podendo ser moldada no formato de canudo, uma vez que ficou quebradiça, enquanto que a composição com amido do cará, ficou extremamente viscosa e grossa.

Ao testar a pectina na formulação, foi possível obter algumas características adequadas para a produção dos canudos, por isso optou-se em utilizá-la como base do filme para produção dos canudos biodegradáveis e comestíveis. O canudo desenvolvido apresentou como base a pectina, um polissacarídeo encontrado nas frutas e vegetais. Essa molécula foi essencial para a geleificação do filme.

Após todo processo de desenvolvimento, foram realizadas algumas análises para verificação da viabilidade do uso desses canudos. Foram produzidos filmes de várias espessuras e tamanhos, e diante dos dados coletados, notou-se que, quanto maior a espessura, maior a durabilidade do material em meio aquoso. Os testes feitos com o canudo em alguns líquidos estão representados na Figura 15 abaixo. As imagens a, b e c, representam, respectivamente, os testes feitos em água salgada, água potável e refrigerante tipo cola. Todos em temperatura de 23°C.

Figura 15 - Testes de durabilidade do canudo em diferentes líquidos.

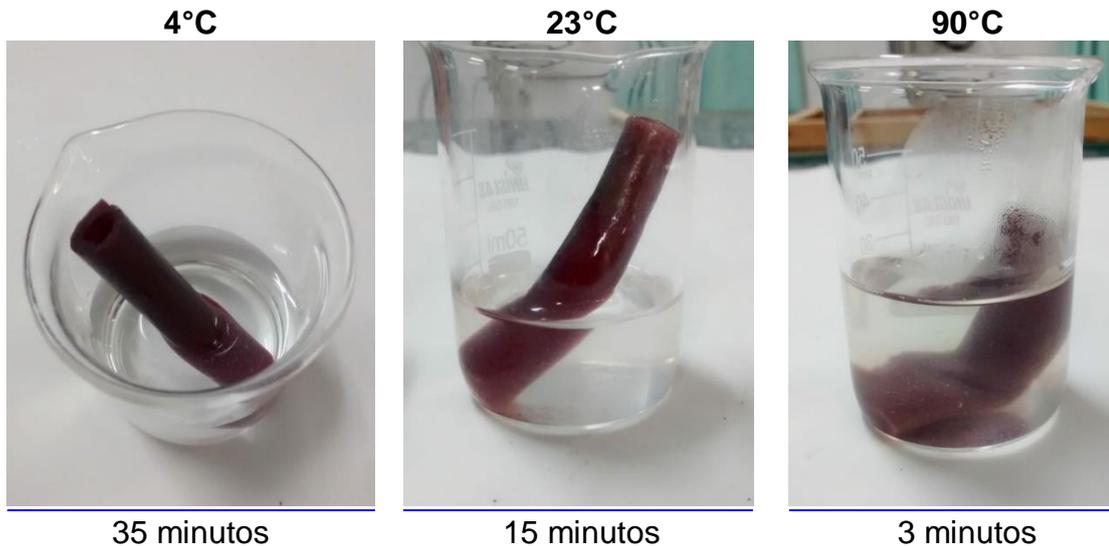


Fonte: Os autores, 2019.

A partir dos testes realizados pode-se estimar o tempo de durabilidade do canudo biodegradável. Na água salgada durou 10 minutos, na água potável na água 23 minutos e no refrigerante tipo cola 20 minutos.

Alguns testes envolvendo a presença dos canudos em líquidos aquosos em diferentes temperaturas também foram realizados. Essas análises estão representadas na Figura 16 a seguir.

Figura 16 - Testes de durabilidade do canudo em diferentes temperaturas.



Fonte: Os autores, 2019.

Após analisar o tempo de duração do canudo em diferentes temperaturas em água potável, pode-se notar que quanto maior a temperatura, menor a durabilidade. Enquanto que 4°C pode-se observar consistência até 35 minutos, em 90°C não permaneceu em seu formato além de 3 minutos, se desintegrando rapidamente. O que mostra a necessidade de novos testes e melhorias na formulação, afim de estabelecer uma consistência viável para os líquidos dentro de uma faixa de temperatura adequada.

Nos testes organolépticos, foi evidenciado que o produto final atingiu uma boa consistência, apresentou sabor agradável, odor não marcante e não interferiu no sabor da bebida.

A partir das evidências observadas, destaca-se que o produto final atende as expectativas quando consideradas as características de serem biodegradáveis e comestíveis, porém novos testes precisam ser feitos com a intenção de aumentar a durabilidade em meio aquoso, pois duração máxima nesse meio foi de 17 minutos, indicando a necessidade de novos estudos para o seu aperfeiçoamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do intuito desse estudo de produzir um canudo biodegradável e comestível à base de pectina de frutas, foi possível concluir que o procedimento desenvolvido foi satisfatório. No entanto, alguns testes de aperfeiçoamento precisam ser realizados, para que o produto alcance a consistência e durabilidade desejada. Essa proposta é um grande incentivo para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, que visa contribuir para a diminuição de resíduos plásticos descartados no meio ambiente, de maneira a minimizar os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros** [online], 1999, vol.9, n.3, pp.38-44. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14281999000300008>> Acesso em 20 jun. 2019.

CANUDOS. PRECISAMOS FALAR SOBRE ELES. **Mixology News** [online], 2017. Disponível em: <<http://mixologynews.com.br/12/2017/destaque/canudos-historia/>> Acesso em: 12 nov.2018.

COELHO, M. T. **Pectina: características e aplicações em alimentos**. 2008. 33p. Trabalho acadêmico (Graduação) - Bacharelado em Química, Universidade Federal de Pelotas, Curso de Bacharelado em Química, Pelotas, 2008. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/10526298-Pectina-caracteristicas-e-aplicacoes-em-alimentos.html>> Acesso em: 25 jun. 2019.

DOMÍNGUEZ, N. Aves marinhas engolem plásticos atraídas pelo seu odor. **El país ciência** [online], 2016. Disponível em:<https://brasil.elpais.com/brasil/2016/11/08/ciencia/1478633168_389591.html> Acesso em: 13 abr. 2019.

LEGNAIOLI, S. Canudos plásticos, impactos e alternativas ao consumo. **Ecycle** [online], 2018. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/6307-canudos-descartaveis-canudinho-de-plastico.html>> Acesso em: 15 maio 2019.

O AUMENTO DO LIXO E DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NOS MARES E OCEANOS PINHEIRO, E. R. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*passiflora edulis flavicarpa*): otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. 2007. 79p. Dissertação (Mestrado) - Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89913/241988.pdf?sequence=1>> Acesso em 10 jun. 2019.

POLÍMERO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Pol%C3%ADmero&oldid=55408092>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

POLIPROPILENO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Polipropileno&oldid=55429852>>. Acesso em: 7 jun. 2019.

POLIPROPILENO: O QUE É, CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES. Plastbrink [online]. 2018. Disponível em: <<https://plastbrinq.com.br/polipropileno/>> Acesso em: 02 abr. 2019.

Poluição de oceanos e mares atinge níveis alarmantes e exige novo pensamento para conter o descarte incorreto de resíduos plásticos. Santa Luzia [online], 2018. Disponível em: <<https://blog.santaluziamolduras.com.br/o-aumento-do-lixo-e-de-residuos-plasticos-nos-mares-e-oceanos/>> Acesso em: 08 abr. 2019.

PORQUE O CANUDO VIROU O INIMIGO NUMERO 1 DO MEIO. **Época inspiração para novos negócios** [online], 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/07/por-que-o-canudo-de-plastico-virou-o-inimigo-numero-1-do-meio-ambiente.html>> Acesso em 05 nov.2018.

SILVA, J. A. **Jampa sem canudos: Dando o primeiro passo para reduzir o consumo de plástico em João Pessoa**. 2008. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Química do Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13252/1/JAS12112018.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2019.