



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ELISA RODRIGUES ACORCE

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DA GOMA XANTANA
COMO AGENTE DE VISCOSIDADE EM PRODUTOS SANEANTES**

**Assis/SP
2023**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ELISA RODRIGUES ACORCE

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DA GOMA XANTANA
COMO AGENTE DE VISCOSIDADE EM PRODUTOS SANEANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando(a): Elisa Rodrigues Acorce

Orientador(a): Me. Gilcelene Bruzon do Nascimento

**Assis/SP
2023**

Acorce, Elisa Rodrigues

A185a Avaliação da aplicação e utilização da goma xantana como agente de viscosidade em produtos saneantes / Elisa Rodrigues Acorce. – Assis, 2023. -- 54p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) -- Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA), Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis (IMESA), 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Gilcelene Bruzon do Nascimento.

1. Gomas e resinas. 2. Produtos de limpeza. 3. Propriedades físicas. I Nascimento, Gilcelene Bruzon do. II Título.

CDD 547.8

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DA GOMA XANTANA COMO AGENTE DE VISCOSIDADE EM PRODUTOS SANEANTES

ELISA RODRIGUES ACORCE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador:

Profa. Me. Gilcelene Bruzon Do Nascimento

Examinador:

Profa. Dra. Silvia Maria Batista de Souza

Assis/SP
2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu chegar até aqui e me deu determinação e força para superar cada adversidade encontrada no percurso. Por sempre iluminar o meu caminho e manter-me firme no propósito.

Aos meus pais, pelo encorajamento durante minha trajetória acadêmica. Por sempre acreditarem em mim e pelo incentivo e apoio incondicional em todos os aspectos.

Ao meu namorado, pela paciência, incentivo e por me ouvir e apoiar sempre, sendo muitas vezes o fiel ouvinte do trabalho e de todas as outras experiências e aprendizados incríveis que vivenciei na graduação.

Aos meus irmãos, por serem pacientes e por todas as outras formas de contribuição.

A minha orientadora, pelo convite de orientação e pela ajuda necessária e conhecimento transmitido essenciais ao trabalho.

Ao corpo docente do curso, por todo conhecimento compartilhado e por me mostrarem a beleza da área Química.

Aos colegas e amigos de sala, pelos momentos de alegria e pelas aflições superadas em conjunto. Foram muitos os momentos difíceis, mas nos mantemos firmes!

Enfim, deixo aqui meu "Muito obrigada!" a todos que, de alguma forma, contribuíram com a sonhada graduação.

"Nada na vida deve ser temido, somente compreendido".

-Marie Curie

RESUMO

A goma xantana é um biopolímero obtido por fermentação bacteriana, sendo amplamente utilizada nas indústrias como espessante de uma variedade de produtos. Além disso, a mesma é conhecida por sua origem natural, tornando-se uma alternativa sustentável em comparação aos espessantes sintéticos. Levando em consideração a crescente consciência ambiental e a preocupação com as desvantagens associadas ao tempo de degradação dos materiais poliméricos no meio ambiente, bem como a constante expansão da indústria de saneantes e a procura por agentes de viscosidade no mercado, este trabalho buscou avaliar a viscosidade de saneantes utilizando a goma xantana como agente espessante natural. Ademais, a utilização desta como agente de viscosidade alternativo desses produtos, incentiva a produção nacional da mesma, elevando o potencial pré-existente que o país possui para isso. Para atingir o objetivo, o estudo realizou um comparativo entre a utilização da xantana frente a outros espessantes utilizados nesse ramo industrial. Esse foi alcançado por meio da formulação de detergentes com a respectiva incorporação desses agentes espessantes, seguida da análise das propriedades de viscosidade dos formulados. Paralelamente a formulação, analisou-se a viscosidade de duas marcas de detergente comerciais. Para a realização das análises utilizou-se o método Copo Ford. De acordo com os resultados, foi possível observar que dentre os espessantes utilizados no estudo, a xantana foi a que apresentou melhores resultados de viscosidade. Seu uso na produção de detergentes se mostrou viável e sua concentração na proporção de 0,9% apresenta características semelhantes ao detergente comercial 2. Também observou-se que a goma xantana não altera o pH do meio de forma considerável. Já o inverso pode ocorrer com outros tipos de espessantes. Além do exposto, o estudo evidenciou que a goma xantana apresenta promissora capacidade de espessamento em saneantes, podendo potencialmente substituir os espessantes sintéticos comumente empregados na fabricação destes, contribuindo assim para a preservação ambiental devido sua rápida decomposição.

Palavras-chave: Goma xantana; *Xanthomas Campestris*; Biopolímero; Viscosidade; Produto Saneante.

ABSTRACT

Xanthan gum is a biopolymer obtained by bacterial fermentation and is widely used in industries as a thickening agent for various products. Furthermore, it is recognized for its natural origin, which makes it a sustainable alternative to synthetic thickeners. Considering the growing environmental awareness and concern about the degradation time of polymeric materials in the environment, together with the continuous expansion of the sanitizing industry and the demand for viscosity agents in the market, this study aimed to evaluate the viscosity of sanitizing products using xanthan gum as a natural thickening agent. Furthermore, the use of xanthan gum as an alternative viscosity agent for these products encourages its national production, enhancing the country's pre-existing potential. To achieve this objective, the study carried out a comparison between the use of xanthan gum and other thickeners commonly used in this industrial sector. This was achieved by formulating detergents with the incorporation of these thickeners, followed by an analysis of the viscosity properties of the formulations. In parallel with the formulation, the viscosity of two brands of commercial. Detergent was analyzed using the Ford Cup method. According to the results, it was observed that among the thickeners used in the study, xanthan gum presented the best viscosity results. Its use in the production of detergents proved to be viable, and the 0.9% concentration presented characteristics similar to commercial detergent 2. It was also observed that xanthan gum does not significantly alter the pH of the medium, unlike other types of thickeners. In addition to the above, the study highlighted that xanthan gum demonstrates promising thickening capabilities in sanitary products, potentially replacing the synthetic thickeners commonly used in their manufacture, thus contributing to environmental preservation due to its rapid decomposition.

Keywords: Xanthan Gum; *Xanthomas Campestris*; Biopolymer; Viscosity; Sanitizing Product.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 1: Estrutura do monômero polimérico de goma xantana – adaptado. | 16 |
| Figura 2: Fluxograma do processo de produção da goma xantana. | 18 |
| Figura 3: Aspecto da goma xantana comercializada industrialmente. | 19 |
| Figura 4: Aplicação da goma xantana nas indústrias: farmacêuticas em produtos para higiene bucal (A) e cosméticos (B); alimentícias em balas de gomas (C) e produtos panificados (D); e petroquímicas em fluidos de perfuração (E) e fraturamento hidráulico de poços (F). | 19 |
| Figura 5: Principais exportadores da goma para o Brasil em 2019, segundo o MDIC (2019). | 21 |
| Figura 6: (A) Folhas de brócolis com sintomas típicos da podridão negra das brássicas. (B) Características macroscópicas da colônia de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> isoladas. | 25 |
| Figura 7: aspecto da cultura de <i>xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestre</i> . | 25 |
| Figura 8: Imagem macroscópica da bactéria <i>Xanthomonas campestris</i> (x12000). | 25 |
| Figura 9: Principais biopolímeros obtidos de fonte vegetal, animal e microbiana. | 27 |
| Figura 10: Estrutura de amilose e amilopectina. | 29 |
| Figura 11: Estruturas de quitina e quitosana. | 30 |
| Figura 12: Fórmula química estrutural do PHB. | 31 |
| Figura 13: Fluxograma de produção de detergentes líquidos não enzimáticos. | 37 |
| Figura 14: Reação de saponificação. | 38 |
| Figura 15: Fluxograma de produção do sabão. | 39 |
| Figura 16: Base detergente acondicionada em galões (Autor). | 41 |
| Figura 17: Produto a base de Goma Xantana desenvolvido em duas concentrações | 42 |
| Figura 18: Produto a base de Goma Guar desenvolvido em duas concentrações | 43 |
| Figura 19: Produto a base de Amida 60 desenvolvido em duas concentrações | 43 |
| Figura 20: Viscosímetro tipo Copo Ford de plástico orifício em latão calibrado | 44 |
| Figura 21: Gráfico da Viscosidade (cP) média das amostras | 46 |
| Figura 22: Gráfico da relação de pH das amostras após adição de espessante | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabela 1: Gomas microbianas e suas aplicações industriais. | 15 |
| Tabela 2: Funções da goma xantana e aplicação típica em alimentos. | 20 |
| Tabela 3: Viscosidade média das amostras de detergente pelo método Copo Ford | 46 |
| Tabela 4: Valores em R\$ dos espessantes utilizados no trabalho | 47 |
| Tabela 5: Correção do pH da amida 60 | 48 |

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. GOMA XANTANA | 14 |
| 2.1 HISTÓRICO | 16 |
| 2.2. PRODUÇÃO | 17 |
| 2.3. APLICAÇÃO | 18 |
| 2.4. CENÁRIO DA GOMA NO BRASIL | 21 |
| 3. XANTHOMONAS CAMPESTRIS | 24 |
| 3.1. XANTHOMONAS CAMPESTRIS ISOLADA DA NATUREZA | 25 |
| 4. BIOPOLÍMERO | 27 |
| 4.1 BIOPOLÍMERO DE ORIGEM VEGETAL | 28 |
| 4.2. BIOPOLÍMERO DE ORIGEM ANIMAL | 29 |
| 4.3. BIOPOLÍMERO DE ORIGEM MICROBIANA | 30 |
| 5. VISCOSIDADE | 32 |
| 5.1 IMPORTÂNCIA DA VISCOSIDADE APLICADA | 33 |
| 5.1.1 EM ALIMENTOS | 33 |
| 5.1.2 EM COSMÉTICOS | 34 |
| 5.1.3 EM MEDICAMENTOS | 34 |
| 5.1.4 EM SANEANTES | 35 |
| 6. PRODUTO SANEANTE | 36 |
| 6.1 PRODUÇÃO DE DETERGENTE | 37 |
| 6.2 PRODUÇÃO DE SABÃO | 38 |
| 7. MATERIAIS E MÉTODO | 40 |
| 7.1 MATERIAIS | 40 |
| 7.1.1 EQUIPAMENTOS | 40 |
| 7.1.2 MATERIAIS E REAGENTES | 40 |
| 7.2 MÉTODO | 41 |
| 7.2.1 FORMULAÇÃO DO SANEANTE (DETERGENTE LÍQUIDO TRANSPARENTE) | 41 |
| 7.2.2 AMOSTRAS MERCADO | 43 |
| 7.2.3 PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE | 43 |
| 7.2.4 PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DO pH | 45 |
| 8. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 46 |
| 8.1 VISCOSIDADE | 46 |
| 8.2 pH | 48 |
| 9. CONCLUSÃO | 49 |
| REFERÊNCIAS | 50 |

INTRODUÇÃO

Uma das desvantagens da utilização de materiais poliméricos é o tempo que demoram para se degradarem no meio ambiente. Isso acarreta na necessidade de reciclagem desses materiais. Alguns polímeros utilizados não podem ser reciclados de forma direta, não havendo forma de refundi-los ou despolimerizá- los. Nesse sentido, os polímeros naturais ou também chamados de biopolímeros, surgem como uma alternativa sustentável que diminuem os impactos que esses compostos podem causar no meio ambiente, devido suas origens naturais e renováveis e seu menor impacto ambiental, já que são biodegradáveis e apresentam menor toxicidade (TORDIN, 2023).

A goma xantana é um biopolímero que se classifica como um heteroexopolissacarídeo aniônico e ramificado, ao qual emprega-se de bactéria *Xanthomonas campestris* para sua produção por meio da fermentação (BRANDÃO, 2008, p. 1-2). Por não sofrerem influências sazonais e apresentarem maior facilidade de extração e purificação, os polissacarídeos extracelulares aos quais se enquadram a xantana, são os de maior interesse para as indústrias (DINIZ; DRUZIAN; AUDIBERT, 2012; p. 1-2). As Xantanas são amplamente utilizadas em indústrias de alimentos, farmacêutica, química e petroquímicas, pois apresentam propriedades reológicas, servindo como espessantes, galeificantes, agentes de suspensão, estabilizantes e colóides protetores, sendo uma alternativa às gomas tradicionais (BRANDÃO, 2008, p. 1). Esses setores substituem os polissacarídeos convencionais por produtos de origem microbiana, por inúmeros motivos, como a possibilidade de modificação de suas características reológicas através do controle de parâmetros de fermentação e independência climática (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010, p. 1-2).

A grande importância que a xantana apresenta nos setores industriais se dá, especialmente, por sua ação espessante (CARIGNATTO, 2012, p. 19). O efeito tixotrópico em soluções poliméricas é de grande utilidade para muitos setores, como o de cosméticos, sendo aplicado em loções e xampus para a retirada do produto da embalagem, sem que ocorra o escorrimento exagerado (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010, p. 2). No setor alimentício, a mesma é empregada com a finalidade de melhorar a textura, consistência e sabor dos produtos após correta purificação (DRUZIAN; PAGLIARINI, 2007, p. 1).

Alguns estudos permitem a visualização da produção de goma xantana por diferentes substratos, como pelo processamento de cacau e de queijos, utilização de soro de leite, água de lavagem de moinho de azeitona e resíduos de citros (DINIZ; DRUZIAN; AUDIBERT, 2012, p. 1-4). A utilização de substratos alternativos pode ser uma opção que elimina problemas ambientais, além de ajudar a suprir a demanda de goma xantana no Brasil, visto que toda goma utilizada no país é importada (CASTRO, 2018, p. 15). Entretanto, o país apresenta grande potencial para a fabricação deste polímero em escala industrial, uma vez que possui as matérias-primas básicas necessárias para sua produção, como o açúcar, extrato de levedura e álcool do setor sucroalcooleiro. O que poderia representar um menor custo de produção nacional (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 4).

A indústria de saneante é um ramo da indústria química que está em constante expansão e desenvolvimento. Os saneantes, popularmente conhecidos como produtos de limpeza, apresentam funções como eliminação de sujidades, germes e bactérias, e redução da proliferação de insetos, sendo indispensáveis para a saúde e bem-estar da população (LOPES, 2017, p. 13). Visto que a goma tem a capacidade de aumentar a viscosidade e melhorar a textura de produtos sem alterar outras propriedades (CASTRO, 2018, p. 15), a mesma pode ser utilizada em saneantes.

Pautado nessas ideias, o presente estudo tem como principal objetivo estudar a viscosidade de produtos saneantes por meio de um comparativo entre a utilização do biopolímero e espessante natural goma xantana, frente a outros espessantes utilizados na indústria de saneantes. Esse será alcançado por meio da formulação de saneantes com a respectiva incorporação desses espessantes, aos quais serão analisadas a característica de viscosidade destes formulados. Ademais, a utilização da goma xantana como espessante alternativo de saneantes, incentiva a produção nacional da mesma, uma vez que, o país apresenta um pré-potencial para isso.

2. GOMA XANTANA

As gomas são um grupo de complexos carboidratos produzidos por uma grande quantidade de plantas, sendo utilizadas comercialmente para muitos fins industriais. Uma das aplicações mais promissoras é no ramo alimentício, onde são largamente utilizadas devido suas propriedades espessantes e gelificantes. Englobam um vasto grupo de polissacarídeos solúveis em água, provenientes de organismos terrestres, marinhos ou de origem microbiana. Estes polissacarídeos apresentam uma capacidade notável para aumentar a viscosidade de soluções, bem como formar géis das soluções, graças ao seu caráter hidrofílico (Os tipos de goma e suas aplicações na indústria, p. 30). São obtidas a partir de uma variedade de fontes, que incluem exsudados e sementes de plantas terrestres, algas, produtos da biossíntese de microorganismos e a modificação química de polissacarídeos naturais (Os tipos de goma e suas aplicações na indústria, p. 37).

A tabela abaixo apresenta resumidamente gomas de origem microbiana que possuem um grande impacto nas áreas industriais.

| GOMAS | MICROORGANISMO | COMPOSIÇÃO | APLICAÇÕES INDUSTRIAIS |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Xantana | <i>Xanthomonas Campestris</i> | β -D-glicose, manose e ácido glucurônico | Espessante, emulsificante, estabilizante, agente de suspensão |
| Dextrana | <i>Acetobacter sp.</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Streptococcus mutans</i> | α -D- glicose | Expansor sanguíneo |
| Alginato | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Azotobacter vinelandii</i> | Ácidos D-manurônico e L-gulurônico | Agente gelificante |
| Curdiana | <i>Alcaligenes faecalis</i> | β -D-glicose | Agente gelificante |
| Gelana | <i>Sphingomonas elodea</i> | D-glicose, ramnose e ácido glucurônico | Agente gelificante |

| | | | |
|----------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Escleroglucana | <i>Sclerotium glutanicum</i> | β -D-glicose | Recuperação de petróleo |
| Pululana | <i>Aureobasidium pullulans</i> | α -D- glicose e maltotriose | Material plástico |

Tabela 1: Gomas microbianas e suas aplicações industriais. (In: FARIA, 2009, p. 34).

A goma xantana é um polímero obtido a partir da biossíntese do processo de fermentação de açúcares pelas bactérias *Xanthomonas*. A fermentação é caracterizada como um processo de transformação de uma ou mais substâncias em outras, sendo conduzida por microrganismos (COSTA; PINHO; SANTOS, 2019, p 1-2). A goma se enquadra no grupo dos exopolissacarídeos naturais, sendo de grande importância para a indústria de polímeros (DINIZ; DRUZIAN; AUDIBERT, 2012, p. 1-2). Trata-se de um exopolissacarídeo produzido por bactérias gram negativas do gênero *Xanthomonas sp.*, sendo as principais espécies produtoras: *Xanthomonas campestris*, *Xanthomonas pelagonii*, *Xanthomonas phaseoli* e *Xantomonas malvacearum* sob condições de fermentação aeróbica. Todas apresentam motilidade, devido à presença de flagelos, morfologia de colônias amarelas, lisas e viscosas e são catalase-positivas. Dentre as espécies citadas, a de maior destaque é a *Xanthomonas campestris* tendo em vista as altas produtividades obtidas mediante a conversão de substrato em biopolímero de produção e a capacidade de tolerar altas faixas de pH (MAZZOCHI, 2022, p. 13-21).

A xantana é uma goma que desempenha múltiplas funções, atuando como espessante e estabilizante. Quando combinada com outras gomas, ela confere uma textura lisa e cremosa em alimentos líquidos, superando em qualidade superior a carboximetilcelulose e outras gomas. Mesmo em baixas concentrações, mantém sua estabilidade em temperaturas elevadas e microondas. Suas soluções apresentam o comportamento pseudoplástico, uma característica fundamental para realçar o sabor, proporcionar uma sensação agradável na boca e melhorar a estética do produto final (Os tipos de goma e suas aplicações na indústria, p. 37-38).

O grande interesse industrial desse polissacarídeo se deve às suas propriedades físico-químicas, com destaque para a sua elevada viscosidade em baixas concentrações, assim como sua estabilidade em ampla faixa de temperatura e de pH, mesmo na presença de sais (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 2). O pH da goma xantana é altamente estável

em ampla faixa, sendo afetado apenas com valores de pH >11 e < 2.5. A estabilidade em questão depende da concentração, ou seja, quanto maior a concentração, maior a estabilidade. Sua estabilidade também é ampla em questões de temperatura (10°C a 90°C) (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 3).

A goma xantana é composta por unidades repetidas de pentassacarídeos formados por duas unidades de glicose, duas unidades de manose e uma unidade de ácido glucurônico, além de grupos piruvato e acetil (Figura 1). A cadeia lateral consiste de uma molécula de ácido glucurônico entre as duas unidades D-manopiranosil. A alta compatibilidade com produtos de outra natureza, como: ácidos, bases, sais, solventes, enzimas, surfactantes e conservantes também é um ponto importante a se destacar, superando, por meio destas propriedades físico-químicas, muitos outros polissacarídeos existentes no mercado (COSTA; PINHO; SANTOS, 2019, p. 2).

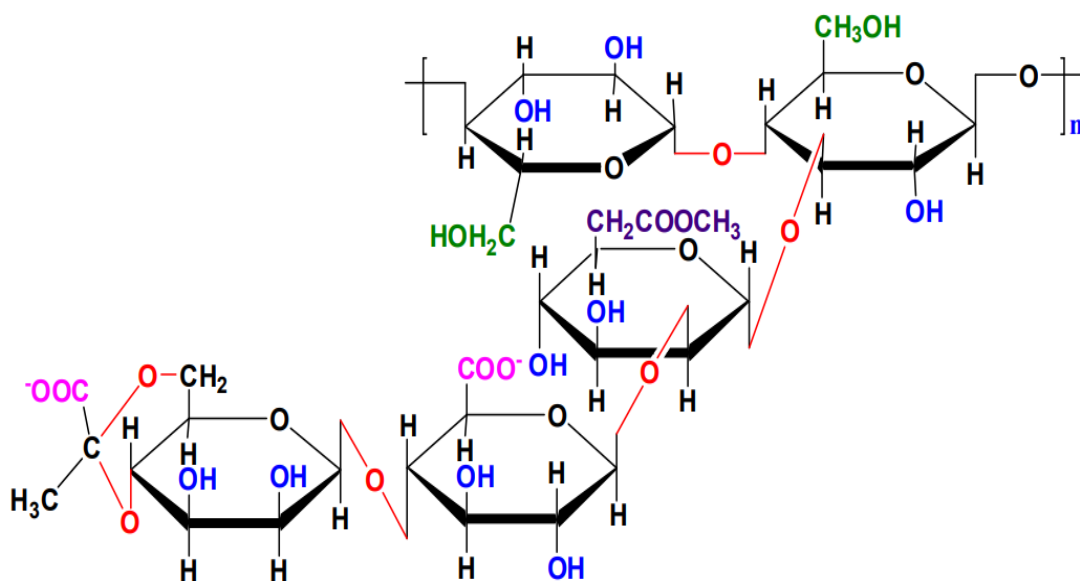


Figura 1: Estrutura do monômero polimérico de goma xantana – adaptado. (In: COSTA; PINHO; SANTOS, 2019, p. 2).

2.1 HISTÓRICO

Historicamente, a goma xantana foi descoberta no Northern Regional Research Laboratory of the United States Department of Agriculture por Allene Rosalind Jeanes e seus colaboradores no ano de 1950. Tal composto foi isolado da cepa *Xanthomonas campestris* NRRL B-1459 durante as pesquisas relacionadas ao uso e produção de dextranas como

expansores de plasma sanguíneo (SAMPAIO, 2021, p. 17). O polissacarídeo, ou goma xantana, produzido pela bactéria *Xanthomonas campestris* NRRL B-1459, foi amplamente estudado devido suas propriedades que permitiriam complementar outras gomas solúveis em águas naturais e sintéticas conhecidas (RODRIGUES; RODRIGUES; QUINTELA, 2022, p. 5).

A primeira grande pesquisa publicada relacionada à produção de goma xantana surgiu em 1961. Os laboratórios de pesquisa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos descobriram que a bactéria *Xanthomonas campestris* isolada de folhas de repolho roxo produzia um polissacarídeo extracelular com excepcionais propriedades reológicas (MENEZES et. al., 2012, p. 17-18). Muitas e extensas pesquisas foram realizadas em diversos laboratórios industriais durante a década de 1960, culminando na produção comercial e substancial no início de 1964 (RODRIGUES; RODRIGUES; QUINTELA, 2022, p.2).

A goma foi o segundo polissacarídeo microbiano a ser comercializado e o primeiro utilizado na indústria de alimentos como espessante, emulsificante, estabilizante e agente de suspensão, sendo aprovado pelo FDA (Food and Drugs Administration) em 1969. No Brasil, a adição de xantana em alimentos é permitida desde 1965, pelo Decreto Lei número 55.871, da Legislação Brasileira de Alimentos (ANDRADE; CHAVES; INCER, 2008, p. 24).

2.2. PRODUÇÃO

Assim como qualquer outro processo fermentativo, na produção da goma xantana o primeiro passo seguido é a produção do inóculo. Trata-se da etapa de preparação de um conjunto de microrganismos, a fim de obter células em estado adequado para a inoculação. A cepa selecionada deve ser preservada e estocada por longo período, através de métodos que mantenham suas principais propriedades de interesse, sendo essa etapa chamada de manutenção. A qualidade e o tipo de inóculo exercem influência direta nos processos fermentativos, sendo os fatores decorrentes do processo de inoculação interferentes nos resultados da fermentação. A concentração de células no inóculo (densidade ou tamanho do inóculo), o estado fisiológico, a idade das células e ainda, a morfologia do microrganismo influenciam diretamente nas características que a célula deve apresentar para efetiva produção do produto de interesse (CASTRO, 2018, p. 23-24).

No processo geral de produção da goma xantana (Figura 2), são cultivadas culturas de *Xanthomonas* por meio de fermentação aeróbica, através da repicagem de microrganismos. O meio de cultivo é esterilizado e composto por carboidratos, fonte de nitrogênio e sais minerais. Esse meio é inoculado com a cultura selecionada, ocorrendo a etapa de fermentação (por incubação dentro das temperaturas de 28 até 30°C sob constante agitação por alguns dias). A goma é então precipitada em solvente, (isopropanol, etanol ou acetona), separada, seca, moída e então embalada (CASTRO, 2018, p. 23-24).

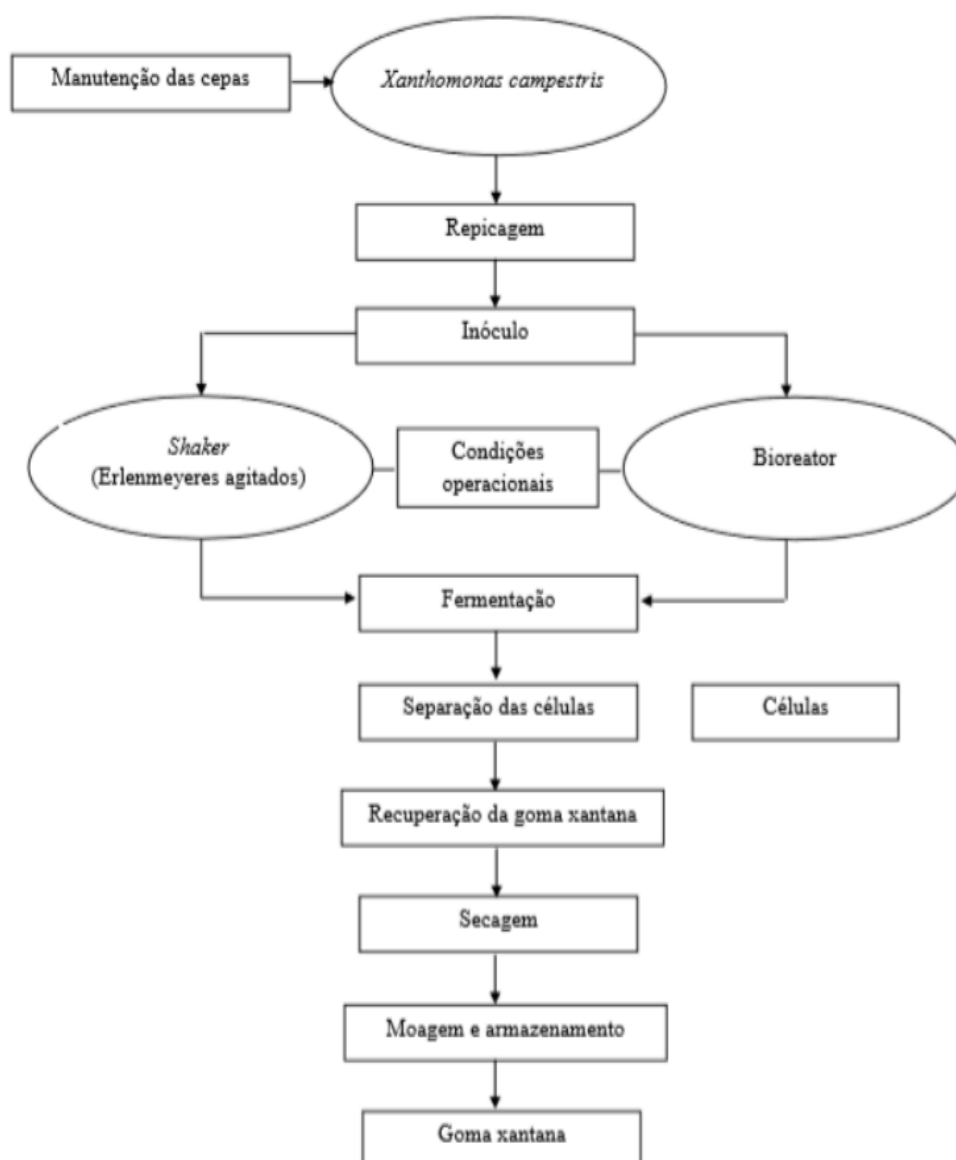


Figura 2: Fluxograma do processo de produção da goma xantana. (In: Castro, 2018, p. 24).

2.3. APLICAÇÃO

Atualmente, a utilização da goma xantana comercial (Figura 3) é regulamentada pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) de nº 45 de 03 de novembro de 2010 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Suas classes funcionais estão caracterizadas na própria RDC, sendo elas: espessante, estabilizante, emulsificante e espumante (ANVISA, 2010).



Figura 3: Aspecto da goma xantana comercializada industrialmente. (In: MAZZOCHI, 2022, p. 16).

A goma xantana é aplicada em diferentes setores industriais, como demonstra a Figura 4

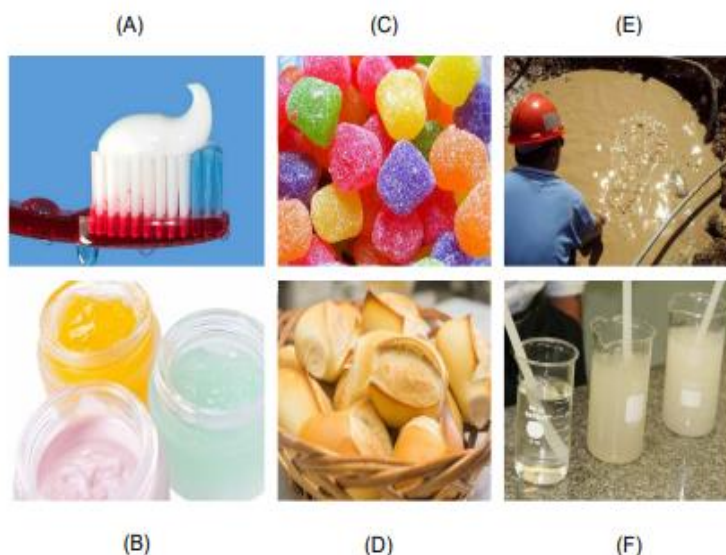


Figura 4: Aplicação da goma xantana nas indústrias: farmacêuticas em produtos para higiene bucal (A) e cosméticos (B); alimentícias em balas de gomas (C) e produtos panificados (D); e petroquímicas em fluidos de perfuração (E) e fraturamento hidráulico de poços (F). (In: COSTA; PINHO; SANTOS, 2019, p. 2).

Por apresentar importantes propriedades, a goma é muito usada em uma extensa variedade de alimentos. Dentre as propriedades destacam-se: espessante de soluções

aquosas; agente dispersante; estabilizadora de emulsões e suspensões; estabilizadora da temperatura do meio; propriedades reológicas e pseudoplásticas e compatibilidade com ingredientes alimentícios. Quando utilizada em baixas concentrações, gera estabilidade na estocagem, capacidade de resistência à água e apelo estético (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 2-4).

A tabela abaixo lista as diversas aplicações da goma na área de alimentos, onde desempenha diferentes funções.

| FUNÇÃO | APLICAÇÃO TÍPICA |
|----------------------------|----------------------------------------|
| Adesivo | Panificação (confeitarias) |
| Agente de inchamento | Alimentos dietéticos |
| Inibidora de cristalização | Xaropes, alimentos congelados |
| Agente de suspensão | Suco de frutas, leite achocolatado |
| Emulsificante | Molho para salada |
| Estabilizador de espuma | Cerveja |
| Agente gelificante | Pudins, sobremesas |
| Estabilizador | Maionese, sorvete, molhos para saladas |
| Inibidor de sineresis | Queijo, alimentos congelados |
| Agente espessante | Geléias, molhos |

Tabela 2: Funções da goma xantana e aplicação típica em alimentos. (In: FARIA, 2009,p. 37).

Já na indústria petrolífera, a goma xantana é um polímero utilizado na Recuperação Terciária de Petróleo (EOR). Também é utilizada junto com hidróxido de sódio e surfactantes na técnica conhecida como APS (álcali-polímero-surfactante) (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 4). É frequentemente usada na indústria de petróleo como aditivo para fluidos de perfuração ou na limpeza de tubulações, operações de completção, etc. (MUNHOZ, et al., 2020, p. 18-19).

Na indústria de tecidos, sua utilização se dá nos processos de estampagem, gerando um controle na migração da cor e maior e melhor nitidez. No processo de fabricação de cerâmicas atua como agente ligante, sendo útil na etapa de desmontagem das peças. Nas atividades agrícolas pode ser empregada como agente de suspensão em agrotóxicos de todas as classes, bem como controladora de dispersão de produtos pulverizados. Em

formulações farmacêuticas de xaropes, cremes e emulsões, é utilizada para estabilizar e espessar os produtos. Em pastilhas é adicionada para prolongar o tempo de contato do componente ativo e em comprimidos é inserida para proporcionar maior liberação da droga (DE CASTRO, 2018, p. 14-15).

2.4. CENÁRIO DA GOMA NO BRASIL

A goma xantana utilizada em larga escala no Brasil não provém da produção nacional, o que torna o país dependente de importações, sendo a produção considerada incipiente. Um dos fatores que contribuem para tal situação é a baixa produção nacional de propriedade intelectual sobre o processo de produção (MAZZOCHI, 2022, p. 18).

Praticamente toda a goma xantana importada para o Brasil é produzida pela China, França, Áustria e Estados Unidos (MIRANDA; SOUZA, 2022, p. 17). Conforme os dados abaixo, em 2019, os principais exportadores da goma para o Brasil (Figura 5) foram: em primeiro lugar a China com 60% do todo, seguida pela Áustria, França e Estados Unidos, com 18%, 11% e 8,6% respectivamente (CRUZ, 2022, p. 13-14).

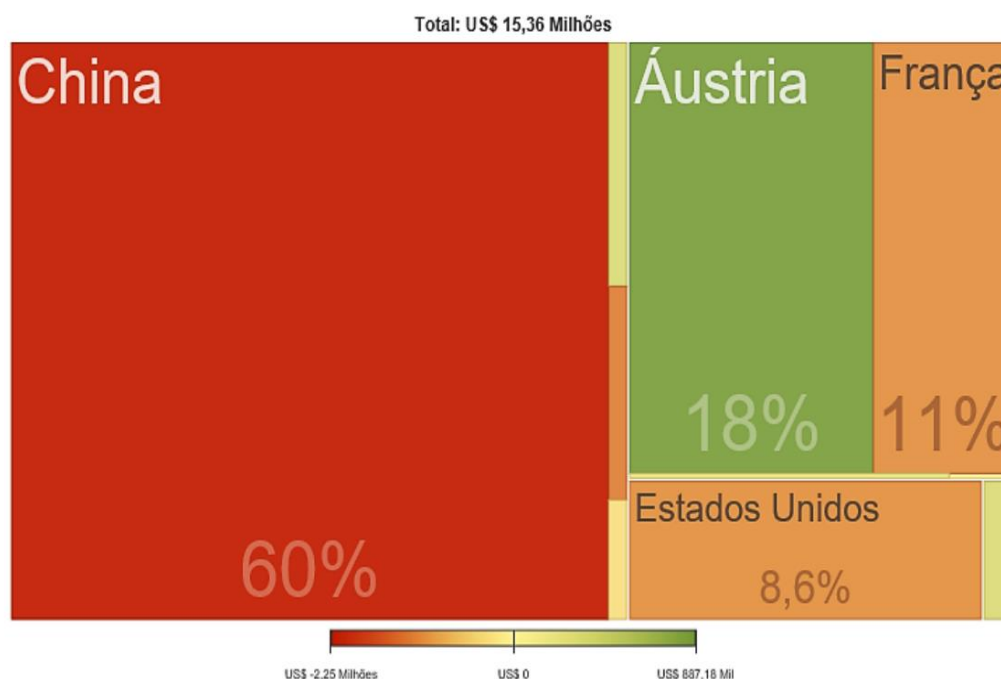


Figura 5: Principais exportadores da goma para o Brasil em 2019, segundo o MDIC (2019). (In: CRUZ, 2022, p. 14).

Com base nas informações, podemos concluir que não há concorrentes nacionais (MIRANDA; SOUZA, 2022, p. 17). Apesar de não haver produção nacional em larga escala, o país exporta a goma em poucas quantidades para outros países da América Latina, como a Argentina, Paraguai, Colômbia e Chile (MAZZOCHI, 2022, p. 18).

Segundo MAZZOCHI (2022, p. 17), os dados obtidos do Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior (COMEXSTAT) são de que o Brasil importou pouco mais de 6300 toneladas de goma xantana no ano de 2021, e se somado os gastos com importação pelo país, o valor chega a pouco mais de 23.5 milhões de dólares.

A xantana se destaca devido sua alta relevância de aplicação em vários setores industriais, chegando a movimentar cerca de US\$ 722 milhões em 2016, sendo estimada uma movimentação do mercado mundial de xantana com um crescimento de 5,9% de CAGR (taxa de crescimento anual composta) entre 2017-2023, até atingir cerca de US\$ 1.076 bilhões ao final do período em questão (MUNHOZ, et al., 2020, p. 9).

Em 2020, o mercado global de goma xantana foi estimado em 897 milhões de dólares, esperando-se um alcance de 1,4 bilhões de dólares em 2026. Essa estimativa é baseada na crescente demanda por aditivos alimentares sem glúten, além da crescente procura por produtos de recuperação avançada de petróleo (SAMPAIO, 2021, p. 18).

Apenas 12 patentes foram inscritas e depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) durante a última década. Dentre as resoluções da problemática em questão, a implementação nacional da produção de goma xantana se torna uma alternativa, visto que o país apresenta bom potencial para implantação da indústria, uma vez que, a matéria-prima básica para produção e recuperação da goma existe em abundância, tal como a sacarose como substrato de fermentação e o álcool do setor sucroalcooleiro para recuperação do biopolímero (MAZZOCHI, 2022, p. 18). Além disso, a matéria-prima obtida a partir de um resíduo, diminui os custos da produção (MIRANDA; SOUZA, 2022, p. 17). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de cana-de-açúcar e de acordo com o Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias do IBGE, o país produziu, em 2005, 425.534.061 toneladas de cana de açúcar. A sacarose e o álcool etílico, por sua vez, são importantes insumos para a produção da goma xantana, como substrato da fermentação e para a separação da goma, respectivamente. O custo do meio de fermentação no Brasil é baixo. Em contrapartida, em outros países, isto representa um fator crítico sob o aspecto comercial da produção de polissacarídeos, o que colocaria o Brasil em uma posição

favorável e a frente de outros a países que dominam esta tecnologia da produção de goma xantana (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 4).

3. XANTHOMONAS CAMPESTRIS

Conhecida por causar podridão negra (Figura 6) em crucíferas, a bactéria do tipo *Xanthomonas* pertence à família Pseudomonaceae e foi descoberta em 1940 por Vers (MIRANDA; SOUZA, 2022, p. 28). Os estudos da época buscavam identificar microrganismos que produzissem gomas solúveis em água e com capacidade de formar soluções viscosas, a fim de utilizá-la comercialmente (MAZZOCHI, 2022, p. 13-14).

Todos os microrganismos da família Pseudomonaceae são fitopatogênicos, com exceção da *Xanthomonas maltophilia* (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 2). A espécie *Xanthomonas campestris* (Figura 6 e 7), é uma bactéria gram-negativa e estritamente aeróbica. Sua morfologia se dá em bastonetes retos e isolados, com 0,4–0,7 μm de largura e 0,7–1,8 μm de comprimento, móveis por flagelo único (1,7–3 μm de comprimento) (MAZZOCHI, 2022, p. 13-14). A bactéria infecta diversas espécies de crucíferas e uma extensa variedade de plantas, incluindo algumas de interesse para a agricultura, como a alcachofra, o algodão, a ameixa, a berinjela, o brócolis, a couve, o maracujá, a mostarda, a nectarina, a pimenta, o pimentão, o rabanete, o repolho, o tomate, a alfafa, o pêsego, entre outras, causando a morte destas plantas. A infecção desta planta produz um polissacarídeo de alto peso molecular, denominado goma xantana (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 3).

Geralmente, o meio de cultura para o crescimento dessa bactéria consiste em glicose, sacarose ou glicerol como fonte de carbono e extrato de levedura. Já como fonte de nitrogênio: peptona, nitrato de amônio com a presença de fósforo e traços de outros minerais (MAZZOCHI, 2022, p. 13-14).

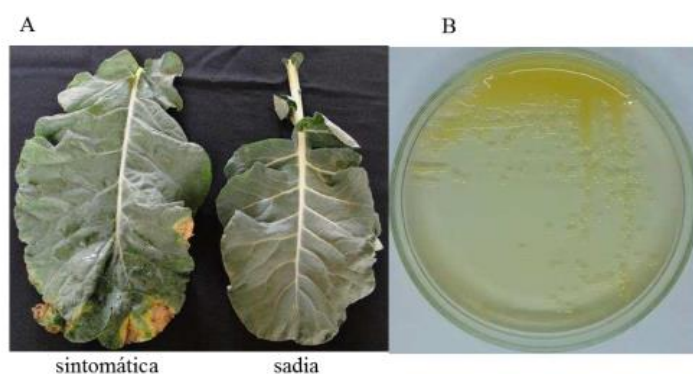


Figura 6: (A) Folhas de brócolis com sintomas típicos da podridão negra das brássicas. (B) Características macroscópicas da colônia de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* isoladas. (In: SILVA, 2018, p. 42).



Figura 7: aspecto da cultura de *xanthomonas campestris* pv. *campestre*. (In: FARIA, 2009. p. 38).

A Figura 8 apresenta a bactéria *Xanthomonas campestris*, vista em macroscópico.

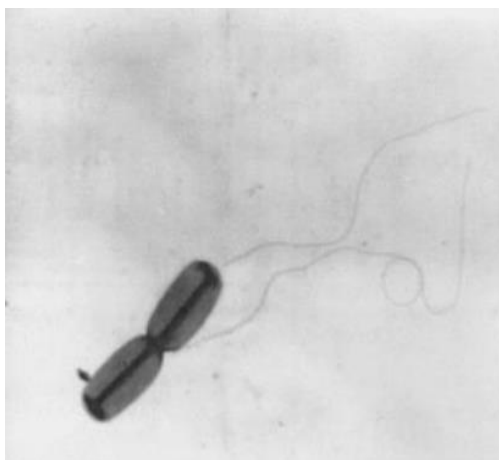


Figura 8: Imagem macroscópica da bactéria *Xanthomonas campestris* (x12000). (In: CASTRO, 2018, p. 19).

3.1. XANTHOMONAS CAMPESTRIS ISOLADA DA NATUREZA

De acordo com o trabalho de MUNHOZ, 2020, isolados de *Xanthomonas arboricola* pv *pruni* provenientes de pessegueiros da cidade de Pelotas-RS demonstraram grande potencial de produção de xantana em comparação ao micro-organismo *Xanthomonas campestris* NRRL B – 1459 (utilizado industrialmente). O autor cita valores de concentração de goma xantana que variam em dois meios (A e B). O meio A apresenta valores de $4,54 \pm 0,44$ g L⁻¹ a $17,68 \pm 2,14$ g L⁻¹. Já o meio B variou de $8,12 \pm 1,17$ g L⁻¹ a $26,02 \pm 0,18$ g L⁻¹. Os valores de

piruvato encontrados variaram de $0,33 \pm 0,09\%$ a $2,91 \pm 0,49\%$ em meio A e $0,37 \pm 0,09\%$ a $6,74 \pm 0,63\%$ em meio B, enquanto que os valores de acetil variaram de $0,30 \pm 0,2\%$ a $3,11 \pm 0,10\%$ em meio A e em meio B de $0,33 \pm 0,06\%$ a $3,31 \pm 0,05$. Referente ao perfil de viscosidade das xantanas em solução aquosa, o estudo demonstrou um comportamento de fluido não newtoniano, pseudoplástico, o que é característico para este tipo de goma.

4. BIOPOLÍMERO

A palavra Biopolímero deriva de dos termos gregos: “bio” que significa vida e é utilizado em palavras que tenham alguma relação com um ser vivo; e “polímero”, que vem do vocábulo polumeres, que significa muitas partes (DIAS; TAKETANI; CUNHA, 2019, p. 13). Chamamos de biopolímeros as estruturas químicas poliméricas constituídas de unidades repetidas de monômeros e produzidas por organismos vivos (CAVALCANTE, 2019, p. 15). Os biopolímeros se enquadram no grupo dos polissacarídeos e se dividem em três categorias: os que são extraídos de biomassa, os que sintetizados artificialmente e os produzidos por microrganismos selvagens ou geneticamente modificados. Podem ser classificados como biopolímeros de origem vegetal, animal ou microbiana (Figura 9), baseando-se em suas fontes de obtenção. Grande parte desses elementos, apresentam natureza renovável, sendo assim, uma fonte sustentável e com ampla aplicabilidade em indústrias (JUSTINO et al., 2022, p. 2).

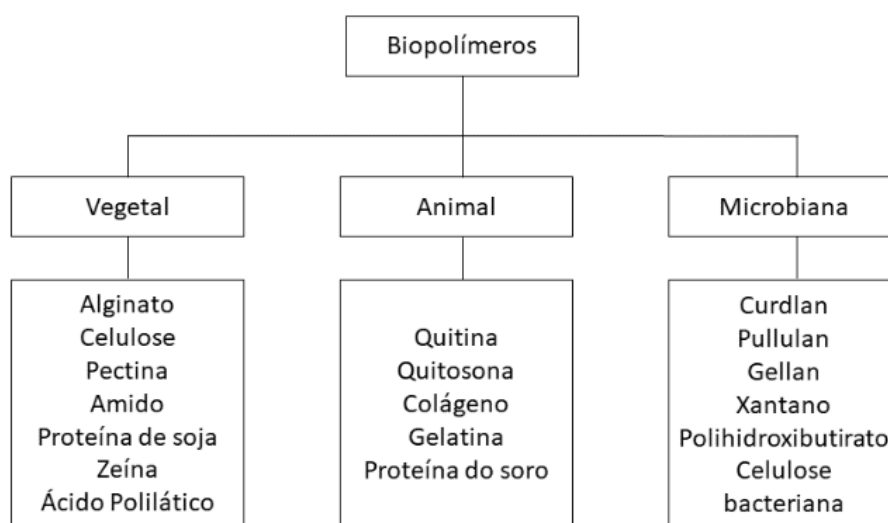


Figura 9: Principais biopolímeros obtidos de fonte vegetal, animal e microbiana. (In: JUSTINO et al., 2022, p. 3).

Os polissacarídeos, por sua vez, são polímeros naturais aos quais podemos constituir um ou mais monossacarídeos (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009, p. 1-9). São macromoléculas naturais encontradas em todos os organismos vivos e constituem um grande grupo de compostos importantes como, por exemplo, celulose e amido nas plantas e glicogênio nos animais. Os polissacarídeos desempenham funções específicas como, por exemplo, de

armazenamento (glicogênio), estruturais (quitina), mediadores das interações do microorganismo com o meio ambiente (polissacarídeos extracelulares), etc. (DE ANDRADE; CHAVES; INCER, 2008, p. 13).

Nas plantas superiores estes podem ser obtidos de exsudatos, sementes, frutos e tubérculos. As algas são fonte de vários tipos de polissacarídeos. Dentre elas encontramos as vermelhas e as pardas, cujas quais obtêm-se os polissacarídeos mais utilizados na indústria, possuindo uma ampla aplicação, especialmente nas áreas de alimentos, biomédicas, farmacêutica e de cosméticos (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009, p. 1).

Dentre os microrganismos que sintetizam e secretam polissacarídeos (exopolissacarídeos), os principais com aplicações industriais são: xantana, gelana, dextrana, alginato, ácido hialurônico e pululana (CUNHA, PAULA; FEITOSA, 2009, p. 2).

Dentre as principais aplicações dos biopolímeros, poderemos destacar o emprego em indústrias alimentícias, médicas, de biossensores, tecidos, itens de bioplásticos, cosméticos, reagentes de tratamento de água, produtos farmacêuticos e até dispositivos de armazenamento de dados (JUSTINO et al., 2022, p. 2).

4.1 BIOPOLÍMERO DE ORIGEM VEGETAL

Os biopolímeros à base de plantas são encontrados em espécies vegetais e são obtidos de diferentes partes de plantas terrestres ou aquáticas, como folha, caule, tronco, raízes, tubérculos ou mesmo sementes e frutos (JUSTINO et al., 2022).

O amido é um exemplo de biopolímero vegetal. É semicristalino e composto pelos polissacarídeos amilose e amilopectina. A amilopectina é formada por cadeias longas e curtas com ligações α -(1,4) e ramificações do tipo α -(1,6). Já a amilose, é caracterizada por cadeias de ligações α -(1,4), lineares ou com poucas ramificações, conforme a Figura 10 (JUSTINO et al., 2022, p. 4).

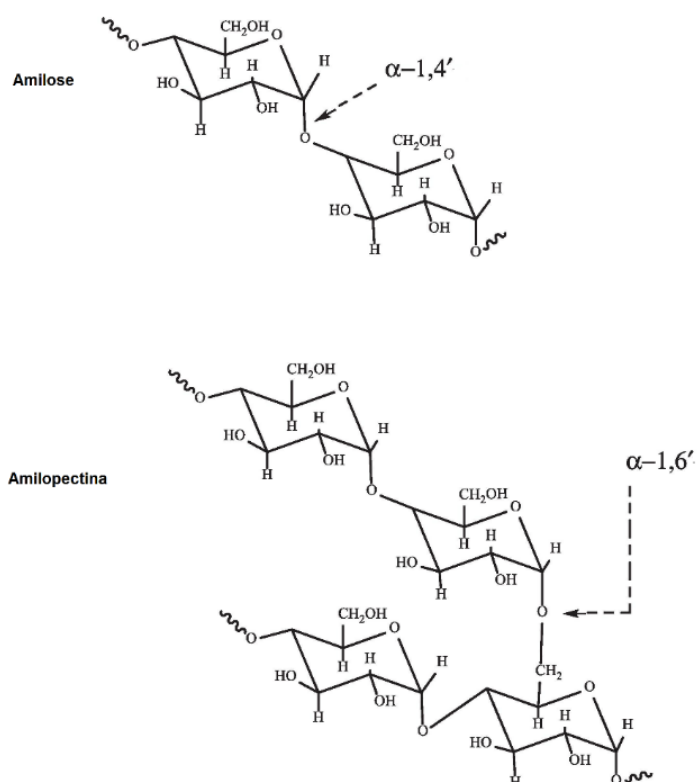


Figura 10: Estrutura de amilose e amilopeptina. (In: Justino et al., 2022, p. 9).

4.2. BIOPOLÍMERO DE ORIGEM ANIMAL

Os biopolímeros de origem animal derivam das espécies animais ou dos produtos obtidos pelo processamento. Um exemplo de biopolímero animal é a quitina. Trata-se de um polímero natural presente no exoesqueleto de crustáceos e insetos. Já a quitosana é formada pela desacetilação da quitina em meio alcalino, sendo um biopolímero amplamente utilizado devido à sua não toxicidade, biocompatibilidade, biodegradabilidade, alta resistência mecânica e propriedades físico-químicas, podendo ser empregado como adsorvente para eliminação de íons de metais pesados em águas residuais (JUSTINO et al., 2022, p. 6). A Figura 11 demonstra as estruturas químicas primárias de ambos os polímeros.

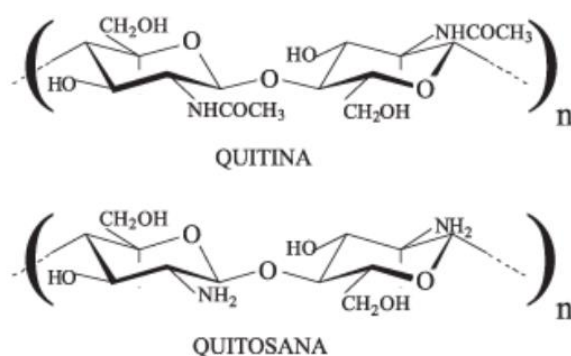


Figura 11: Estruturas de quitina e quitosana. (In: Justino et al., 2022, p. 6).

4.3. BIOPOLÍMERO DE ORIGEM MICROBIANA

Os biopolímeros de fonte microbiana podem ser sintetizados por bactérias, fungos e leveduras (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010, p. 1-2). Os que são produzidos por bactérias, geralmente, se dividem em 3 grupos: de parede celular, intracelulares e extracelulares, sendo esse último o maior alvo das pesquisas visando aplicação industrial, uma vez que, apresenta alta produtividade e processo de extração mais simples (MAZZOCHI, 2022, p. 15).

Em meados do século XIX, surge as primeiras descobertas de polímeros à base de bactérias, sendo um dos marcos a descoberta por Louis Pasteur da dextrana como produto microbiológico no vinho e a identificação por Van Tieghem da bactéria *Leuconostoc mesenteriodes* como responsável pela produção da dextrana. Seguindo a cronologia vem a descoberta da produção de celulose em 1886 e, mais tarde, muitos outros polímeros originários de bactérias surgem, apresentando finalidades industriais e relevância em medicamentos (DIAS; TAKETANI; CUNHA, 2019, p. 13).

Os biopolímeros de origem microbiana são conhecidos como Substâncias Poliméricas Extracelulares (EPS, do Inglês Extracellular Polymeric Substances), sendo uma complexa mistura de polímeros de alto peso molecular, que consiste de polissacarídeos, proteínas, ácidos húmicos, ácidos urônicos, ácidos nucleicos, lipídeos etc., com grupos funcionais ionizáveis, como carboxílico, fosfórico, amino e hidroxílico. As EPS microbianas fazem parte de um inexplorado mercado, apresentando várias vias de produção por diferentes grupos de microrganismos, como os fungos filamentosos, as leveduras e as bactérias (DIAS; TAKETANI; CUNHA, 2019, p. 14-16).

Um importante biopolímero microbiano é o polihidroxibutirato (PHB) (Figura 12), sendo o mais conhecido da classe dos PHA's. Refere-se a um homopolímero biodegradável, biocompatível e que possui características parecidas com às do polipropileno como, por exemplo, a termoplasticidade. Os PHAs, por sua vez, possuem ampla gama de aplicações em setores como: embalagens, biomedicina, agricultura, tintas de látex, biocombustíveis, etc. A família dos PHAs, engloba polímeros lineares obtidos a partir da fermentação de lipídios e carboidratos por algumas espécies de bactérias (JAQUIER, 2022, p. 9).

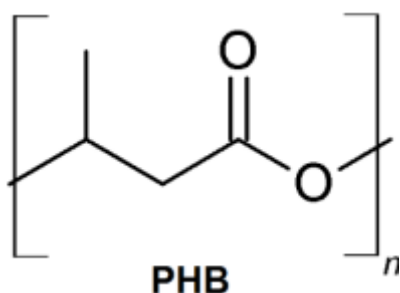


Figura 12: Fórmula química estrutural do PHB. (In: Justino et al., 2022).

5. VISCOSIDADE

O termo reologia tem origem grega, sendo rheo = fluxo e logos = ciência. Foi introduzido com o intuito de identificar a parte da físico-química que estuda a deformação dos sistemas líquidos, sólidos e semi-sólidos. Portanto, a reologia pode ser definida como o estudo das propriedades de fluxo e deformação da matéria. Suas propriedades exercem um importante papel no preparo e utilização de muitos produtos, dentre as quais podemos citar: extrusibilidade; compressibilidade; espalhabilidade e viscosidade (LAHOUD; CAMPOS, 2020, p. 1).

A viscosidade refere-se a resistência de um líquido ao fluxo causado por atrito interno entre as moléculas, sendo uma medida direta da qualidade do fluido em serviço e caracterizando a resistência desse fluido ao escoamento (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 11). Sendo assim, é importante conhecer e controlar essa propriedade durante a formulação e preparação de emulsões, cremes, géis e soluções (REOLON, 2011, p. 16), pois a mesma pode nos fornecer relevantes informações sobre mudanças fundamentais em sua estrutura durante determinado processo (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 11-12). Trata-se de um parâmetro de qualidade que sofre influência de alguns tipos de cepas e composição do meio de fermentação, além das condições operacionais de produção (BRANDÃO, 2008, p. 2). Ela depende das características físico-químicas e das condições de temperatura do material (SILVA, 2018, p. 29).

A viscosidade de fluidos Newtonianos (água ou óleo, por exemplo) depende somente da temperatura e, em alguns casos, da pressão, enquanto os fluidos não-Newtonianos dependem do tempo e/ou taxa de deformação. As soluções de goma xantana se enquadram nos fluidos não-Newtonianos, tendo sua viscosidade diminuída com o aumento da taxa de deformação do fluido (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 11).

O alto peso molecular e a estrutura ramificada da goma xantana conferem alta viscosidade à mesma, mesmo à baixas concentrações e, a rede tridimensional formada pelas associações das cadeias da goma proporcionam eficiente estabilidade para suspensões e emulsões. Além disso, muitas das propriedades reológicas da goma derivam de sua conformação dupla-hélice em solução (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009, p. 12).

Os espessantes servem para aumentar a viscosidade e auxiliar na estabilidade, proporcionando um sensorial mais adequado ao produto. Os espessantes são os componentes utilizados como doadores de viscosidade ao produto, possuindo a capacidade de aumentar a viscosidade das formas (CHIROLI; CAMPOS; SILVA, 2013, p. 2).

Uma influência dominante na viscosidade é a temperatura, sendo um fator que pode afetar diretamente a viscosidade do produto. Quanto mais quente, menos viscosa a substância se torna (FELLOWS, 2018, cap. 1, p. 31). Ademais, sabe-se que algumas alterações na viscosidade podem ocorrer quando há interações entre os compostos utilizados na fabricação ou o acréscimo de alguns ativos (SILVA, 2018, p. 29).

A determinação do coeficiente de viscosidade, ou simplesmente viscosidade de um fluido, é frequentemente realizada considerando um cenário onde ocorre o escoamento entre duas placas planas paralelas. Esse escoamento é induzido pelo deslocamento de uma das placas em relação à outra. Assim, é uma realidade que a viscosidade absoluta, representada por μ , dos fluidos reais, está intrinsecamente relacionada à força por unidade de área e à taxa de deformação angular. Além disso, ela é sensível à temperatura, pressão e taxa de deformação angular, sendo expressa pela equação da lei de Newton para a viscosidade em fluxos unidimensionais (CAMPOS, 2017, p. 27). Conforme a equação:

$$\tau = \mu * (dVx / dy)$$

Já a viscosidade cinemática é definida por sua viscosidade absoluta sobre a sua massa específica (CAMPOS, 2017, p. 27), dada pela equação:

$$\vartheta = \mu / \rho$$

5.1 IMPORTÂNCIA DA VISCOSIDADE APLICADA

5.1.1 EM ALIMENTOS

A viscosidade é uma característica importante para alimentos líquidos em diversas áreas do processamento de alimentos. A sensação bucal de produtos como ketchup, creme de leite, xaropes e iogurte depende de sua consistência ou viscosidade, por exemplo (FELLOWS, 2018, cap 1, p. 31-32). Outro detalhe referente a viscosidade é que essa característica em muitos líquidos altera-se durante aquecimentos, resfriamentos,

concentrações, etc., tendo influência, por exemplo, na força necessária para bombear esses produtos (FELLOWS, 2018, cap. 1, p. 31-32).

A viscosidade é um importante parâmetro a ser analisado na indústria de alimentos, especialmente quando envolve fluidos, pois é por meio dela que se garante a resistência do fluido ao seu movimento. Ou seja, quanto maior a viscosidade, mais dificuldade ao movimento esse fluido terá. Além disso, é importante medir a viscosidade para garantir as propriedades desejadas do produto final, como consistência, textura e espalhabilidade (SILVA, 2018, p. 30).

5.1.2 EM COSMÉTICOS

A viscosidade é uma das características mais complexas e importantes de se monitorar em um produto cosmético. Um creme de rápida absorção que melhore a suavidade ou elasticidade da pele, deve ter uma viscosidade baixa se comparado a uma pomada cicatrizante para queimaduras que necessita criar uma camada protetora, por exemplo (Ensaio de viscosidade em controle de qualidade, 2023).

A consistência de um produto cosmético deve ser compatível com sua aplicação, podendo ser um fator estético determinante. Uma viscosidade que não acompanha a aplicação pode atrapalhar na eficácia e aceitação do produto pelo mercado. Além disso, a manutenção da faixa de viscosidade em cada etapa do processo diminui a necessidade de interrupção ou reprovação de lotes, evitando custos desnecessários. A diferença de viscosidade entre lotes é um fator preocupante, pois gera a perda de credibilidade no produto e, conseqüentes reclamações de SAC, afetando as vendas de forma negativa (Ensaio de viscosidade em controle de qualidade, 2023).

5.1.3 EM MEDICAMENTOS

A viscosidade é um dos mais importantes parâmetros na reologia, principalmente na aplicação industrial farmacêutica. Nesse tipo de setor, a análise de viscosidade das matérias-primas é uma das partes essenciais do controle de qualidade dos produtos (LAHOUD; CAMPOS, 2020, p. 2).

Um xarope para tosse, por exemplo, precisa ser preparado com uma viscosidade específica para que não fique retido na colher e, possa fluir adequadamente pelo trato digestivo, evitando o cobrimento da garganta (Ensaio de viscosidade em controle de qualidade, 2023).

O aumento da viscosidade do veículo tem sido um recurso muito empregado em medicamentos para melhoria da estabilidade das suspensões. Outra utilização, é no espalhamento adequado, bem como no escoamento ideal para passagem por seringas e agulhas (injetáveis) (LAHOUD; CAMPOS, 2020, p. 5).

5.1.4 EM SANEANTES

Os espessantes têm por finalidade mudar a viscosidade do produto, sem alterar outras propriedades destes (Espessantes, 2023, p. 1). Embora os espessantes causem essa mudança na viscosidade de saneantes, isso não interfere no poder de limpeza dos mesmos, além disso, saneantes viscosos são mais aceitos pelos consumidores, sendo, portanto, uma característica de grande importância ao produto. Dentre os produtos de limpeza que possuem em sua composição ativos espessantes, temos os detergentes, os amaciantes e o lava roupas. Dois representantes desse grupo de ativos são a hidroxietilcelulose e o álcool polivinílico (PVA) (Entenda a função dos 5 princípios ativos nos produtos de limpeza, 2023). A hidroxietilcelulose é um pó branco que aumenta a viscosidade do produto, sendo um dos tensoativos mais utilizados (SILVA, 2018, p. 18) .

Os agentes de viscosidade e espessantes são utilizados, habitualmente, para o aumento de consistência, viscosidade e gelificação das formulações de sanitizantes em géis, sendo alguns deles: Carbopol, CMC, HNC, HPMC, ACUSOL, Goma Xantana e Goma Guar (Entenda a função dos 5 princípios ativos nos produtos de limpeza, 2023)

6. PRODUTO SANEANTE

A indústria química no ramo dos produtos saneantes e domissanitários, também denominados de produtos de limpeza, tem crescido e ampliado sua variedade de produtos e aplicações. Dentre as funções desses produtos, temos os benefícios à promoção da correta eliminação de microorganismos, manutenção da higiene por mais tempo e redução da incidência de doenças virais e bacterianas (SILVA, 2018, p. 13).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é órgão federal responsável pelo registro, notificação, elaboração de normas e padrões relacionados aos saneantes. Em sua última resolução sobre esses produtos, adotou um conceito mais amplo, definindo os produtos saneantes como: "substâncias ou preparações destinadas à aplicação em objetos, tecidos, superfícies inanimadas e ambientes, com finalidade de limpeza e afins, desinfecção, desinfestação, sanitização, desodorização e odorização, além de desinfecção de água para o consumo humano, hortifrutícolas e piscinas." (SILVA, 2018, p. 13).

São considerados saneantes: Água Sanitária; Álcool para limpeza; Álcool para Hospitais; Algicidas; Alvejantes; Amaciantes; Antiferruginosos; Ceras; Desengraxantes; Desincrustantes; Desinfetantes; Desodorizantes; Detergentes; Esterilizantes; Formicidas; Fungicidas; Inseticidas; Limpa Pneus; Limpa Vidros; Limpadores Multiuso; Lustra Móveis; Neutralizadores de Odores; Pedras Sanitárias; Polidores; Produtos biológicos; Produtos para Jardinagem; Raticidas; Removedores; Repelentes; Sabões em Pedra; Sabões em Pó; Saponáceos; Odorizantes de Ambiente, etc (Aspectos fundamentais sobre regularização, lançamento e qualidade de produtos saneantes, 2023).

Dentre os saneantes mais utilizados, temos o sabão e o detergente. O saneante mais antigo é o sabão. Todavia, não há registros de uma data exata do seu surgimento na literatura. Já os detergentes sintéticos começam a aparecer após a 1.^a Guerra Mundial, tendo o primeiro sido criado em 1916, na Alemanha (SILVA, 2018, p. 16).

Independente de fabricante, na composição básica de todos os detergentes, geralmente, temos uma grande variedade de substâncias. Cada matéria-prima tem uma função específica durante a limpeza. Entre as substâncias estão: tensoativos (matéria ativa), espessantes, sequestrantes ou quelantes, conservantes, alcalinizantes, estabilizantes,

veículo, corante e essência (exceto nos detergentes neutros), etc. (LOPES, 2017, p. 13).

A ANVISA exige a garantia de qualidade de qualquer produto submetido à vigilância sanitária. Os produtos domissanitários devem seguir um controle sanitário adequado e a RDC 47/2013 (que trata de Boas Práticas de Fabricação de Saneantes) deve ser seguida para assegurar a qualidade dos mesmos. Dentre os parâmetros de controle da qualidade em saneantes temos a viscosidade, ressaltando a importância do seu controle na garantia de um produto final dentro das legislações vigentes (GIBIKOSKI, 2018, p. 13).

6.1 PRODUÇÃO DE DETERGENTE

Os detergentes se caracterizam como preparações que promovem ou auxiliam o processo de remoção de sujidades, especialmente aquelas que envolvem gorduras. São constituídos por uma cadeia com a parte hidrofílica, podendo ser classificados em quatro grupos, sendo eles: catiônicos, aniônicos, não iônicos e anfóteros. Os tensoativos utilizados serão os aniônicos por terem maior biodegradabilidade (LOPES, 2017, p. 20). Sua principal vantagem sobre os sabões é que não reagem com ácidos e minerais presentes na água (cálcio e magnésio, por exemplo), apresentando maior eficiência (LOPES, 2017, p. 21-27).

Na produção do detergente (Figura 13) temos a mistura de compostos ativos (linear alquilbenzeno sulfonato, lauril sulfato de sódio e amida 90, hidróxido de sódio (NaOH) e água) em um tanque de neutralização. Em seguida, temos a etapa de homogeneização, onde são adicionados os agentes sequestrantes e outros aditivos que melhoram a qualidade do produto (glicerina, por exemplo), proporcionando um efeito hidratante no composto (RAMOS; GARÇÃO; MEIRA, 2021, p. 33).

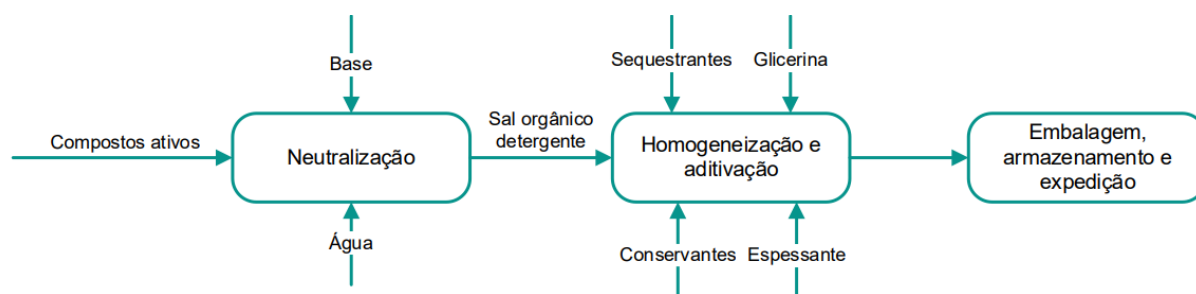


Figura 13: Fluxograma de produção de detergentes líquidos não enzimáticos. (In: RAMOS; GARÇÃO; MEIRA, 2021, p. 34).

6.2 PRODUÇÃO DE SABÃO

O sabão surgiu gradualmente. A princípio, acreditava-se que o sabão era produzido através de uma mistura mecânica envolvendo gordura animal (sebo) com materiais alcalinos (como cinzas de madeira). Apenas no início do século XIX, um químico francês chamado Chevreul provou que a formação do sabão acontecia por meio de uma química. Atualmente, chamamos essa reação de saponificação ou hidrólise alcalina (Figura 14). Quimicamente, a saponificação, resumidamente, pode ser descrita como a mistura de um éster (proveniente de um ácido graxo) e uma base (hidróxido de sódio) para se obter sabão (sal orgânico) (LOPES, 2017, p. 16).

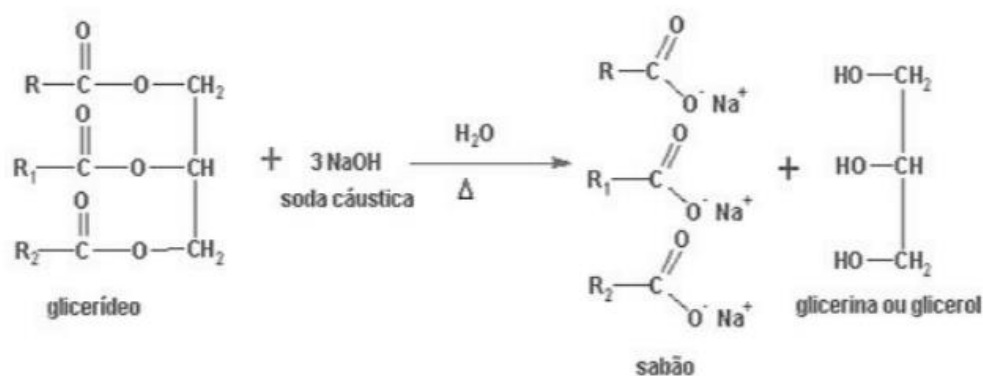


Figura 14: Reação de saponificação. (In: LOPES, 2017, p. 16).

O processo mais econômico e simples para a produção de sabão é o de semi fervera (Figura 15). Trata-se de um processo flexível e que pode ser modificado para atender ao que se espera. Tal processo ocorre em bateladas e em tanques de reação com constante agitação. O óleo e a soda (NaOH) são diluídos em água e adicionados ao tanque, permanecendo em agitação por cerca de 90 minutos em temperaturas próximas à 80°C (RAMOS; GARÇÃO; MEIRA, 2021, p. 32).

O início do processo se dá na etapa de degomagem do óleo, que consiste na lavagem do óleo com água para a remoção de sólidos solúveis, como os fosfatídeos. A lavagem deixa os ácidos graxos livres para a reação. Em seguida, o óleo degomado segue para o reator junto a solução de NaOH previamente preparada, ocorrendo a etapa conhecida como saponificação. Após essa etapa, ocorre a extrusão, que dará a forma desejada ao sabão que, posteriormente, será cortado e embalado. Por fim, o produto vai para armazenamento e expedição (RAMOS; GARÇÃO; MEIRA, 2021, p. 32).

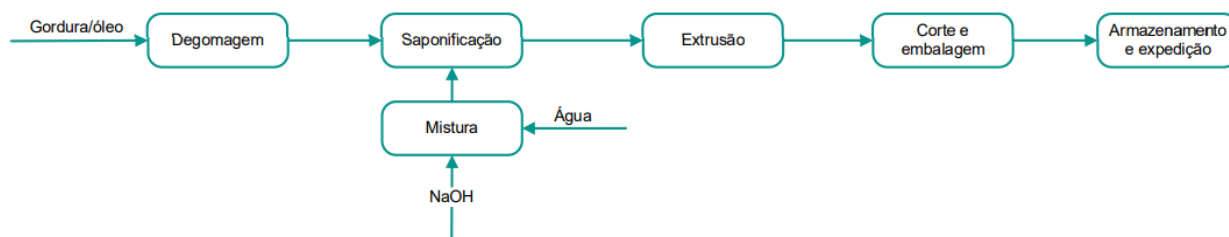


Figura 15: Fluxograma de produção do sabão. (In: RAMOS; GARÇÃO; MEIRA, 2021, p. 33).

7. MATERIAIS E MÉTODO

7.1 MATERIAIS

7.1.1 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados estão expressos abaixo:

- pHmetro (marca TECNAL);
- Balança analítica (BEL ENGINEERING);
- Agitador magnético (TECNAL);
- Copo Ford (NALGON).

7.1.2 MATERIAIS E REAGENTES

- Goma Xantana;
- Goma Guar;
- Amida 60;
- Detergente marca 1;
- Detergente marca 2;
- Hidróxido de sódio 50%;
- Ácido sulfônico;
- Trietanolamina;
- Lauril éter sulfato de sódio;
- Mistura de isotiazolinonas;
- Sal (NaCl);
- Água destilada;
- Béqueres;
- Bastões de vidro;
- Provetas;
- Cronômetro.

7.2 MÉTODO

7.2.1 FORMULAÇÃO DO SANEANTE (DETERGENTE LÍQUIDO TRANSPARENTE)

De início, foram calculados as quantidades de todos os componentes necessários para a produção de 10 litros de detergente líquido transparente (neutro). Com a ajuda de uma balança analítica pesou-se os reagentes necessários. Logo após, adicionou-se 6 litros de água potável em um recipiente com capacidade para 10 litros. Com a água em agitação, misturou-se metade do Hidróxido de sódio 50% e o Ácido sulfônico ao recipiente. A mistura permaneceu em agitação lenta até a eliminação do odor. Em seguida, adicionou-se a Trietanolamina, homogeneizando todos os ingredientes presentes na mistura. Foi feita a verificação do pH (faixa de 6,0 a 7,0) com indicador universal em fita e, posteriormente, foi adicionado o Lauril éter sulfato de sódio e uma mistura de isotiazolinonas. Misturou-se tudo até completa homogeneização. Completou-se o volume com água até a obtenção de 10 litros do produto. A base preparada foi acondicionada em galões conforme a imagem abaixo.



Figura 16: Base detergente acondicionada em galões (Autor).

A etapa de adição do agente de viscosidade foi realizada 1 dia após a formulação da base do detergente. Dos 10 litros produzidos, dividiu-se 2 litros para a adição da Goma Xantana,

2 litros para adição da Goma Guar, 2 litros para adição de Amida 60 (agente de viscosidade sintético) e 1 litro para comparativo (sem adição de espessantes).

Todos os espessantes foram previamente diluídos em álcool (cerca de 2mL) e depois adicionados à base do detergente em constante agitação de forma lenta até o acerto da viscosidade. Por último, foi adicionado 1% de sal em cada preparado.

A concentração dos espessantes utilizados em cada amostra foram as seguintes: 1g e 3g por litro, conforme as figuras a seguir.



Figura 17: Produto a base de Goma Xantana desenvolvido em duas concentrações (Autor).



Figura 18: Produto a base de Goma Guar desenvolvido em duas concentrações (Autor).



Figura 19: Produto a base de Amida 60 desenvolvido em duas concentrações (Autor).

7.2.2 AMOSTRAS MERCADO

Adquiriu-se duas marcas de detergente neutro referências no comércio local, que foram utilizadas como comparativos de viscosidade. Tais amostras tiveram suas propriedades determinadas da mesma maneira que as produzidas neste estudo.

7.2.3 PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE

A avaliação da viscosidade do detergente neutro foi medida pelo método Copo Ford. A análise foi realizada seguindo a NBR 5849/2015. O Copo Ford (Figura 20) é um medidor de espessura de fácil manuseio e rápido, tornando-se amplamente empregado na indústria. Seu princípio de funcionamento é baseado no fluxo de Poiseuille, onde há um escoamento em regime laminar hidrodinamicamente desenvolvido, sendo obtido através de um gradiente de pressão. A medição da viscosidade através desse método depende de uma relação entre o tempo de esvaziamento do copo de volume conhecido e o orifício utilizado em sua base (giglê). As amostras foram analisadas em temperatura de $25,0 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Após a seleção do orifício adequado ($n^{\circ}4=$), a amostra foi devidamente homogeneizada.

Preencheu-se o copo com fluido até o nível mais elevado e, simultaneamente, foi acionado o cronômetro. Na primeira interrupção do fluxo de escoamento anotou-se o tempo transcorrido. Limpou-se o Copo Ford e procedeu-se à leitura das demais amostras.



Figura 20: Viscosímetro tipo Copo Ford de plástico orifício em latão calibrado (Autor).

Fundamentado nos princípios físicos que estabelecem que o volume de fluxo de um fluido através de um tubo é diretamente relacionado com o tempo de escoamento, a variação de pressão ao longo do tubo e o raio do tubo elevado à quarta potência, é inversamente relacionado ao comprimento do tubo e à viscosidade do fluido. Dessa forma:

$$\nu = C \times \Delta t + D$$

Sendo as constantes C e D definidas experimentalmente pelo fabricante do Copo como forma de “correção” da análise. As constantes variam com diferentes orifícios. Utilizou-se os dados obtidos na análise em questão para calcular a viscosidade das amostras. A viscosidade foi obtida através da equação estabelecida ao orifício de nº4:

$$\nu = (3,85 \times t) - 17,3$$

Onde: ν = viscosidade (cSt) e t = tempo (s).

Para a conversão das unidades de cSt (centistokes) para Cp (centipoise) foi utilizado os valores de densidade, conforme a equação:

$$1 \text{ cP (Centipoise)} = 1 \text{ cSt (Centistoke)} \times \text{Densidade}$$

7.2.4 PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DO pH

Após a adição dos espessantes mediu-se novamente o pH dos produtos. Para tal avaliação utilizou-se um pHmetro de bancada com eletrodo de vidro. As soluções foram medidas a 25 °C. Os resultados foram obtidos diretamente pelo equipamento.

Inicialmente, lavou-se o eletrodo com água destilada e secou-se o mesmo cuidadosamente. Em seguida, mergulhou-se o bulbo na amostra de detergente e aguardou-se a leitura do medidor de pH estabilizar. Após a leitura, o eletrodo foi enxaguado com água destilada. Procedeu-se o mesmo procedimento para o restante das amostras.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 VISCOSIDADE

A tabela 3 e a Figura 21 expressam os resultados obtidos para a viscosidade média de cada amostra de detergente.

| Cálculo: orifício nº4 = $(3,85 * t) - 17,3$ | | | |
|---------------------------------------------|-----------|-------------------|------------------|
| Amostras | Tempo (s) | Viscosidade (cSt) | Viscosidade (cP) |
| Sem adição de goma | 10,005 | 21,22 | 21,01 |
| Goma xantana 1g | 20,000 | 59,70 | 60,89 |
| Goma xantana 3g | 38,096 | 129,37 | 131,96 |
| Goma Guar 1g | 13,000 | 32,75 | 33,41 |
| Goma Guar 3g | 15,033 | 40,58 | 41,39 |
| Amida 60 1g | 12,066 | 29,15 | 29,74 |
| Amida 60 3g | 14,021 | 36,68 | 37,41 |
| Detergente 1 | 141,072 | 525,83 | 536,34 |
| Detergente 2 | 85,024 | 310,04 | 316,24 |

Tabela 3: Viscosidade média das amostras de detergente pelo método Copo Ford (Autor).

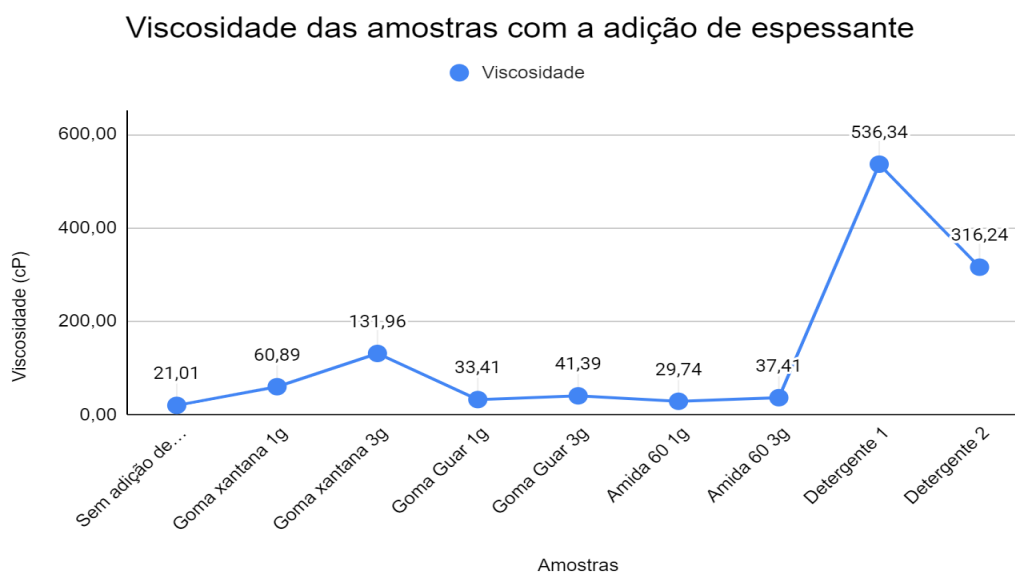


Figura 21: Gráfico da Viscosidade (cP) média das amostras (Autor).

De acordo com a Figura 21, é possível observar que dentre os espessantes utilizados no estudo, a goma xantana foi a que apresentou melhores resultados de viscosidade. Se compararmos esses valores com os detergentes comerciais (1 e 2) há uma margem de diferença grande entre ambos. Este fato se deve a concentração do espessante adicionado a cada formulação. Segundo a literatura, os espessantes nos detergentes comerciais geralmente são adicionados em concentrações que variam de 0,5 a 2%. No caso da Xantana, Guar e Amida 60 essas proporções de concentração foram menores nas formulações em questão. Sendo, portanto, menores os valores de viscosidade. Se utilizarmos os resultados da Goma Xantana 3g para fazer uma analogia onde triplicamos essa proporção no formulado elevando sua concentração para 0,9%, teríamos um resultado de viscosidade próximo de 396 cP, que estaria entre os valores de viscosidade dos detergentes comerciais 1 e 2.

Também é possível observar que a Amida 60 foi o espessante que apresentou menores valores de viscosidade, enquanto a Goma Guar ocupou o meio da colocação.

Sobre os custos dos espessantes estudados, os dados na internet e a pesquisa (contato) no comércio de saneantes demonstram os seguintes valores:

| Espessante | Valor (R\$) |
|------------------------------------|--------------------|
| Goma Xantana grau alimentício (Kg) | 50,00 |
| Goma Guar (Kg) | 36,00 |
| Amida 60 (L) | 36,00 |
| Outros espessantes sintéticos (L) | 18,00 |

Tabela 4: Valores em R\$ dos espessantes utilizados no trabalho (Autor).

É interessante ressaltar que a xantana mesmo em baixas concentrações tem um poder de espessamento promissor. Se elevarmos a concentração da Amida 60 para 0,9% na formulação, estima-se que sua viscosidade chegaria próxima de 112 cP, o que estaria próximo a Xantana na concentração de 0,3%, mas ainda assim estaria abaixo da mesma. Em outras palavras, para a Amida chegar ao espessamento da Xantana 0,9% ela demandaria uma concentração de 3% (30g) no produto, o que geraria um custo maior que a utilização da Xantana. A literatura também cita que os espessantes sintéticos comumente utilizados na produção de detergentes demandam uma concentração maior na formulação, chegando a proporções de 2L de espessante para 100L de detergente.

Além do exposto, uma formulação à base de Xantana pode até ficar ainda mais em conta se for produzida com a Xantana bruta (sem purificar), pois para produção de saneantes não há necessidade de utilização de materiais de grau alimentício.

8.2 PH

O detergente produzido teve seu pH corrigido para o neutro antes da adição dos espessantes. Após a adição dos espessantes o pH das soluções apresentou os seguintes resultados.

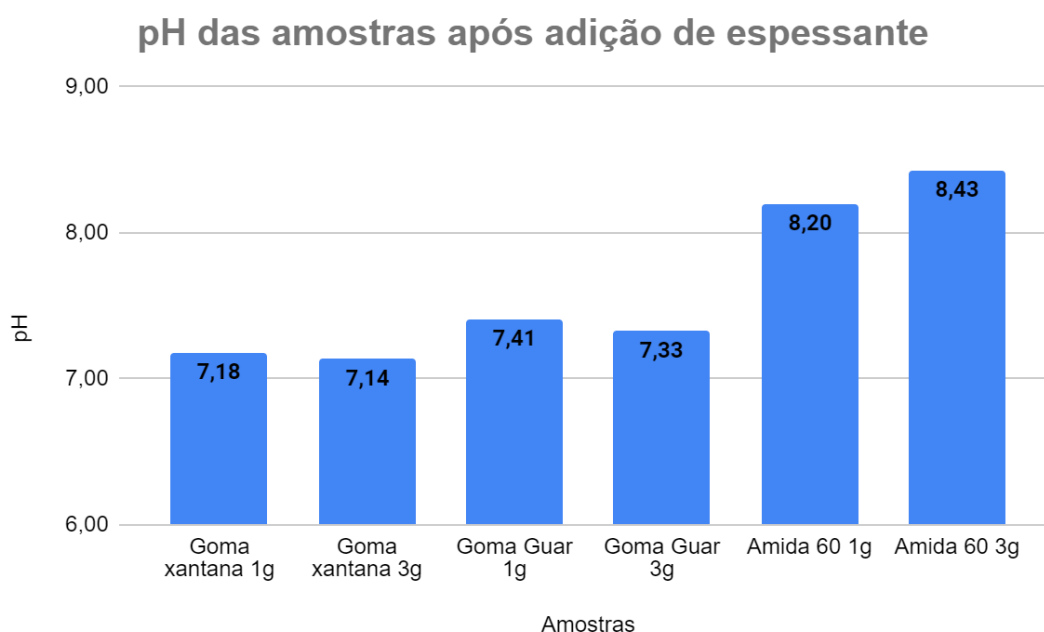


Figura 22: Gráfico da relação de pH das amostras após adição de espessante(Autor).

A produção do detergente neutro com a goma xantana, assim como a Goma Guar apresentou um pH estável em todas as etapas. Já a adição da amida 60 ao detergente alterou o pH da solução, precisando ser corrigida (ácido) conforme os dados abaixo.

| | pH antes da correção | pH após a correção |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| Amida 60 1g | 8,20 | 7,67 |
| Amida 60 3g | 8,43 | 7,43 |

Tabela 5: Correção do pH da amida 60 (Autor).

9. CONCLUSÃO

A Goma Xantana é um polímero natural que se mostrou promissor no espessamento de saneantes, podendo substituir os espessantes sintéticos comumente utilizados nesse tipo de indústria, contribuindo assim para a preservação ambiental devido sua rápida decomposição.

A utilização da Xantana na produção de detergentes se mostrou viável, pois em concentração de 0,9% pode apresentar características de viscosidade semelhantes ao detergente comercial 2.

Com o estudo, pode-se perceber que a goma xantana não altera o pH do meio de forma considerável. Já o inverso pode ocorrer com outros tipos de espessantes, como foi o caso da Amida 60.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Claudia Lira Santos de; CHAVES, Fabiana Honório Lima; INCER, Milena Amaral Espinoza. **Um estudo sobre a goma xantana: análise das aplicações e do mercado**. 2008.

ANVISA. **Resolução – RDC 45, de 03 de novembro de 2010**. Sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as boas práticas de fabricação. Diário Oficial da União, Poder Executivo. Brasília, DF, 2010.

Aspectos fundamentais sobre regularização, lançamento e qualidade de produtos saneantes. Disponível em: https://www.crq4.org.br/sms/files/file/saneantes_2010.pdf. Acesso em: 01 jul. 2023.

BRANDÃO, Líllian Vasconcellos et al. Produção de goma xantana obtida a partir do caldo de cana. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 217-222, 2008.

BRANDÃO, Líllian V.; ESPERIDIÃO, Maria CA; DRUZIAN, Janice I. Utilização do soro de mandioca como substrato fermentativo para a biosíntese de goma xantana: viscosidade aparente e produção. **Polímeros**, v. 20, p. 175-180, 2010.

CARIGNATTO, Cíntia Regina Rodrigues. **Aspectos nutricionais na produção e qualidade da goma xantana produzida por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris***. 2012.

CASTRO, Laura de. **Estudo comparativo para a produção de goma Xantana**. 2018.

CAMPOS, Karoline Mendes de. Avaliação da viscosidade do detergente lava-louças a partir da utilização do controle estatístico de processo. **Engenharia Química-Tubarão**, 2017.

CAVALCANTE, Georges Cavalcanti et al. Bioprocesso de produção de goma xantana utilizando soro de leite caprino. 2019.

CHIROLI, M.; CAMPOS, R.; SILVA, L. L. Doadores de viscosidade utilizados em xampus: revisão de literatura, 2000 a 2012. **Visão acadêmica**, v. 14, n. 1, p. 71-83, 2013.

COSTA, Sara Nállia O.; PINHO, Allan S.; SANTOS, Evania Danieli A. Caracterização física, química e biológica da goma xantana comercial. **Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana**,(10), p. 25-30, 2019.

CRUZ, Richard Daniel. **Avaliação de vetores de expressão para *Xantomonas ssp.* aplicados à produção de goma xantana.** 2022.

CUNHA, Pablyana Leila R. da; PAULA, Regina Célia M. de; FEITOSA, Judith. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, v. 32, p. 649-660, 2009.

DE ANDRADE, Claudia Lira Santos; CHAVES, Fabiana Honório Lima; INCER, Milena Amaral Espinoza. **Um estudo sobre a Goma Xantana: análise das aplicações e do mercado.** 2008. Escola de Química, RJ.

DE CASTRO, Laura. **Estudo comparativo para a produção de goma Xantana.** 2018.

DIAS, Diogo Simas Bernardes; TAKETANI, Natália Franco; CUNHA, Claudia Duarte da. **Aplicação de substâncias poliméricas extracelulares (EPS) com viés biotecnológico: ênfase na produção por *Paenibacillus*.** 2019.

DINIZ, Denis de M.; DRUZIAN, Janice I.; AUDIBERT, Samara. Produção de goma xantana por cepas nativas de *Xanthomonas campestris* a partir de casca de cacau ou soro de leite. **Polímeros**, v. 22, p. 278-281, 2012.

DRUZIAN, Janice Izabel; PAGLIARINI, Ana Paula. Produção de goma xantana por fermentação do resíduo de suco de maçã. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 26-31, 2007.

Ensaio de viscosidade em controle de qualidade. Disponível em: <https://revistaanalytica.com.br/ensaios-de-viscosidade-no-controle-de-qualidade/#:~:text=Uma%20viscosidade%20que%20n%C3%A3o%20acompanha,SAC%20afetando%20negativamente%20nas%20vendas>. Acesso em: 29 jun. 2023.

Entenda a função dos 5 principais ativos de limpeza. Disponível em: <https://consultoriamult.com.br/blog/5-ativos-produtos-de-limpeza-2>. Acesso em: 04 jul. 2023.

Espessantes. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201703/2017030190080001489666223.pdf. Acesso em: 04 jul. 2023.

FARIA, Sandra et al. Otimização da produção e caracterização de goma xantana empregando caldo de cana. 2009.

FELLOWS, Peter J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática**. Artmed Editora, 2018.

FERRAZ, Fabiele de Sousa. **Seleção de linhagens selvagens de Xanthomonas sp. para produção de goma xantana em manipueira**. 2020.

GIBIKOSKI, Camila Zancanaro. Diagnóstico de variabilidade de Ph e viscosidade do detergente lava-louças neutro a partir da utilização de cartas de controle. **Engenharia Química-Tubarão**, 2018.

JAQUIER, Larissa. **Produção microbiana de polihidroxibutirato (PHB)**. 2022.

JUSTINO, Heloisa de Fátima Mendes et al. Principais biopolímeros derivados de subprodutos alimentares: uma breve revisão. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 8, n. 7, p. 14711-01e, 2022.

LAHOUD, Mateus Humber; CAMPOS, Ranieri. Aspectos teóricos relacionados à reologia farmacêutica. **Visão Acadêmica**, v. 11, n. 1, 2020.

LOPES, Jamilly Cavalcante. **Controle de qualidade de detergentes neutros em uma indústria química de saneantes**. 2017.

LUVIELMO, Márcia De Mello; SCAMPARINI, Adilma Regina Pippa. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 5, n. 1, p. 50-67, 2009.

MATA, João; SANTOS, Letícia; SOUZA, Tainá. **Análise e identificação dos parâmetros de processo na produção de espessante natural para a produção do álcool em gel em uma planta multipropósito**. 2022.

MAZZOCHI, João Pedro. **Avaliação da produção de goma xantana por linhagens recombinantes de Xanthomonas campestris pv. campestris**. 2022.

MENEZES, J. D. S. et al. Produção biotecnológica de goma xantana em alguns resíduos agroindustriais, caracterização e aplicações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1761-1776, 2012.

MIRANDA, Angelo Eduardo da Silva; SOUZA, Kezia de. **Viabilidade técnica e econômica para a produção de goma xantana por fermentação a partir de glicerina bruta residual do biodiesel**. 2022.

MUNHOZ, Adriel Penha. Capítulo 1- Alta produção de goma xantana utilizando isolados de *xanthomonas arboricola pv. pruni* proveniente da região sul do brasil. **Departamento de ciência e tecnologia agroindustrial programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos**, p. 28, 2020.

Os tipos de goma e suas aplicações na indústria – USP(Universidade de São Paulo). Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312112/mod_resource/content/1/Gomas%20in%20Aditivos%20e%20ingredientes.pdf. Acesso em: 21 mai. 2023.

PAULA, Regina Célia Monteiro de; PAULA, Haroldo César Beserra de; FEITOSA, Judith Pessoa de Andrade. **Polissacarídeos da biodiversidade brasileira**. 2018.

RAMOS, Kaylana Angela; GARÇÃO, Maria Isabella Lima; MEIRA, Maycon Aparecido de Moraes. **Ecogenie: indústria de produtos de limpeza**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REOLON, Taís Naiana. **Determinação da viscosidade do biopolímero produzido pelo fungo nativo *Botryosphaeria rhodina* MMPI**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RODRIGUES, Pamela Dias; RODRIGUES, João Pedro Dias; QUINTELLA, Cristina M. Estudo Prospectivo Exploratório das Patentes de Aplicação de Goma Xantana como Fluido Polimérico de Recuperação Avançada de Petróleo. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 2, p. 604-617, 2022.

SAMPAIO, Igor Carvalho Fontes. **Produção de goma xantana em reator aerado utilizando resíduos da indústria de energia**. 2021.

SILVA, Daniela Thaise Fernandes Nascimento da. **Produção e controle de qualidade numa indústria de produtos saneantes**. 2018.

SILVA, Fernanda Pereira da. **Caracterização biológica e molecular de um bacteriófago específico para *Xanthomonas campestris* pv. *campestris***. 2015.